



Sini Haulos, Mervi Harju

# Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän toteutus- vaihtoehtojen arviointi Liikenneviraston rautatieosastolle



Sini Haulos, Mervi Harju

Turvallisuuspoikkeamatiedon  
keruujärjestelmän toteutusvaihto-  
ehtojen arviointi Liikenneviraston  
rautatieosastolle

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 5/2011

Liikennevirasto

Helsinki 2011

*Kannen kuvat: Juha Vuorinen*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-618-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373



**Sini Haulos ja Mervi Harju: Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän toteutusvaihtoehtojen arviointi Liikenneviraston rautatieosastolle.** Liikennevirasto, väylätekniikkaosasto. Helsinki 2011. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 5/2011. 84 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-618-9.

**Avainsanat:** työturvallisuus, turvallisuuspoikkeamatiedot, tiedonkeruu, järjestelmävertailu

## Tiivistelmä

Rautatiehankkeiden työturvallisuutta pyritään kehittämään ja parantamaan koko ajan seuraamalla ja raportoimalla hankkeilla tapahtuvia onnettomuuksia sekä läheltä piti -tilanteita, ja analysoimalla niihin kohdistuvia korjaavia toimenpiteitä. Tutkimuksen tekohetkellä poikkeamia kerättiin Liikenneviraston rautatieosaston toimesta muutamilta rautatiehankkeilta Microsoft Excel-lomakkeilla, mutta kyseisen tiedonkeruutavan havaittiin olevan liian hidas ja työläs. Jotta työturvallisuudesta saataisiin realistinen kuva, turvallisuuspoikkeamia tulisi kerätä kaikilta hankkeilta. Tiedonkeruun kehittämiseksi Liikenneviraston rautatieosasto aikoo kehittää sähköisen turvallisuustiedon keruujärjestelmän, jonka vaatimusmäärittelyjä ja toteutusvaihtoehtoja selvitettiin tässä tutkimuksessa.

Tutkimuksen kirjallisuusselvitysosuudessa tutustuttiin järjestelmäintegraatioon ja sen toteutukseen sekä vaatimusmäärittelyihin. Empiirisessä osuudessa vertailtiin neljää eri toimialoilla käytössä olevaa tiedonkeruujärjestelmää sekä ohjelmiston toteutustapaa. Vertailu koostui seitsemästä eri vaiheesta:

1. Nykytilakuvaus ja sidosryhmien määrittäminen
2. Sidosryhmien edustajien haastattelut
3. Vaatimusten määrittäminen haastattelujen pohjalta
4. Ohjelmistotalojen edustajien haastattelut
5. Toteutustapojen määrittäminen haastattelujen pohjalta
6. Toteutustapojen ja vaatimusten vertaileminen DESMET-menetelmän avulla
7. Toteutustapojen vertaileminen toisiinsa DESMET-vertailun tulosten perusteella.

Tutkimuksessa vertailtiin kolmea eri tapaa hankkia ohjelmisto; ostaa, tehdä tai vuokrata se. Tutkimuksessa todettiin, että ohjelmiston rakentaminen alusta asti ei nosta kustannuksia merkittävästi valmisohjelmiston käyttämiseen nähden, sillä rautatieosaston sekä Liikenneviraston erityistarpeiden vuoksi valmisohjelmistojen käyttäminen vaatii huomattavan paljon räätälöintejä ja uudelleenohjelmointia. Tutkimuksen lopputuloksena päädyttiin siihen, että Liikenneviraston turvallisuustiedon keruujärjestelmä kannattaa rakentaa alusta asti, jolloin myös ohjelmiston arkkitehtuuriratkaisut tukevat Liikenneviraston vaatimuksia ja ohjelmiston muunneltavuutta ympäristön ollessa epävakaa.

Tutkimuksen merkittävin tulos oli analyysi ohjelmiston hankkimiseen liittyvistä toimenpiteistä ja huomioon otettavista asioista. Liikenneviraston tulee määritellä ennen ohjelmiston hankkimista muun muassa turvallisuuspoikkeamien keruuprosessin tärkeys liiketoiminnallisesta näkökulmasta, koska se kertoo ohjelmiston hankintaprosessiin käytettävien resurssien määrän. Muita huomioon otettavia sekä selvitettäviä asioita ovat ohjelmiston hankintatapa, Liikenneviraston organisaatorakenteen uudistuksen vaikutukset turvallisuuspoikkeamien keruuseen (turvallisuuskoordinaattorit ja muu turvallisuusorganisaatio), turvallisuuspoikkeamien keruuprosessin ja -ohjelmiston sijoittuminen Liikenneviraston muihin toimintoihin sekä järjestelmiin nähden ja tarkan käyttäjäkunnan sekä integroitavien järjestelmien määrittäminen.

**Sini Haulos och Mervi Harju: Bedömning av utförandealternativ för informationsinsamlings-system för säkerhetsavvikelser åt Trafikverkets järnvägsavdelning.** Trafikverket, infrastrukturteknik. Helsingfors 2011. Trafikverkets undersökningar och utredningar 5/2011. 84 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-618-9.

Nyckelord: arbetarskydd, information om säkerhetsavvikelser, informationsinsamling, systemjämförelse

## Sammandrag

Man försöker hela tiden utveckla och förbättra järnvägsprojektens arbetarskydd genom att följa upp och rapportera om olyckor och tillbud som inträffar inom projekten samt genom att analysera de korrigerande åtgärder som vidtas. Under undersökningen insamlades avvikelser av Trafikverkets järnvägsavdelning från några järnvägsprojekt på Microsoft Excel-formulär, men den informationsinsamlingsmetoden visade sig vara alltför långsam och arbetsdryg. För att man ska få en realistisk bild av arbetarskyddet, borde säkerhetsavvikelser samlas in från alla projekt. För att utveckla informationsinsamlingen började Trafikverkets järnvägsavdelning utveckla ett elektroniskt informationsinsamlingssystem om säkerheten. I den här undersökningen utredde kravspecifikationer och utförandealternativ för systemet.

Undersökningens litteraturundersökningsdel omfattade orientering i systemintegration och dess genomförande samt i kravspecifikationer. I den empiriska delen jämförs fyra informationsinsamlingssystem som används inom olika branscher samt hur programvaran förverkligats. Jämförelsen omfattar sju olika moment:

1. Beskrivning av nuläget och fastställande av intressenter
2. Intervjuer av representanter för intressenterna
3. Precisering av kraven utgående från intervjuerna
4. Intervjuer av representanter för programvaruhusen
5. Precisering av förverkligandet utgående från intervjuerna
6. Jämförelse av förverkligandet och kraven med hjälp av DESMET-metoden
7. Jämförelse av förverkligandesätten med varandra utgående från DESMET-jämförelsens resultat.

I undersökningen jämfördes tre olika sätt att skaffa programvara; köpa, göra eller hyra. I undersökningen konstaterades att det inte ökar kostnaderna märkbart att bygga programvaran från grunden i jämförelse med att använda färdig programvara, eftersom användning av färdiga program kräver en betydande mängd arbete med anpassning och nyprogrammering på grund av järnvägsavdelningens och Trafikverkets speciella behov. Som slutresultat av undersökningen drogs slutsatsen att det lönar sig att bygga upp insamlingssystemet för Trafikverkets säkerhetsinformation från grunden, varvid också arkitekturlösningarna för programvaran uppfyller Trafikverkets krav och gör det möjligt att anpassa programvaran när miljön växlar.

Det mest betydelsefulla resultatet av undersökningen var analysen av åtgärderna förknippade med anskaffningen av programvaran och vad som bör beaktas. Trafikverket bör innan programvaran anskaffas fastställa bland annat hur viktig insamlingsprocessen av säkerhetsavvikelserna är ur affärsverksamhetens synvinkel, eftersom det anger hur stora resurser som står till förfogande för anskaffningen av programvaran. Andra saker som behöver beaktas och utredas är hur programvaran ska anskaffas, inverkan av förnyelsen av Trafikverkets organisationsstruktur på insamlingen av säkerhetsavvikelserna (säkerhetskoordinatörerna och annan säkerhetsorganisation), placeringen av insamlingen av säkerhetsavvikelser och programvaran i förhållande till Trafikverkets andra verksamheter och system och noggrann precisering av användarna och de system som ska integreras.

**Sini Haulos and Mervi Harju: Evaluation of methods to implement a safety information collecting system for Finnish Transport Agency and its Railway department.** Finnish Transport Agency, Infrastructure Technology. Helsinki 2011. Research reports of the Finnish Transport Agency 5/2011. 84 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-255-618-9.

**Keywords:** industrial safety, safety information, information collection, system evaluation

## Summary

Industrial safety in railway projects is to be developed and improved constantly by reporting and following accidents and near miss-situations, and analyzing corrective actions. At the time research was made, exceptions were collected by Finnish Transport Agency and its Railways department from a couple of railway projects with Microsoft Excel-forms. Soon, it was realized that this method was too laborious and slow. Also to get a realistic overview of industrial safety, all exceptions from all railway projects should be reported. Finnish Transport Agency and Railways department decided to develop software for collecting safety information. This research was made to define requirement specifications and to analyze and evaluate methods of implementation.

Topics in literature research were requirements engineering and enterprise application integration. In empirical part of the research, four implementation methods and information collecting softwares were evaluated.

Evaluation consisted of seven phases:

1. Clarification of current industrial safety reporting methods in railway projects and defining stakeholders
2. Interviewing stakeholders
3. Writing requirement specifications based on interviews of stakeholders
4. Interviewing four software companies
5. Defining methods of implementation based on previous interviews
6. Evaluating methods of implementation and requirements specification by using DESMET-evaluation method
7. Comparing methods of implementation based on the results of DESMET-evaluation

Three ways for providing software were analyzed in the research; buying, making and renting software as a service (SaaS). It was discovered that costs are similar when software is made from the beginning or a ready-made software is bought; these ready-made softwares needs a lot of tailoring and reprogramming, according to the specific requirement specifications of Finnish Transport Agency and Railways department. Ready-made softwares have been originally made to solve a different kind of problem, and its architectural structure doesn't necessary correspond with Finnish Transport Agency's requirements. Result is that Finnish Transport Agency should make software from the beginning, so the architecture of the software would also support their requirements and software modifiability because of the unstable environment.

The most remarkable result of this study was the analysis of tasks needs to be done before providing software. Finnish Transport Agency has to prioritize the process of collecting industrial safety information from business point of view, because it specifies the amount of resources to be used to this software providing process. Finnish Transport Agency has to also define the method of implementation, impacts from reforming the organization of Finnish Transport Agency in the beginning of 2011 (safety organization), how process of collecting industrial safety information and the software will settle among the other processes and systems, users and other systems to be integrated.

## Esipuhe

Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi määrittelee valtioneuvoston asetuksessa rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta (750/2006) ja sen muutoksessa (864/2010) rautatiehankkeilla tapahtuvien turvallisuuspoikkeamien ilmoitusvelvollisuudesta sekä ilmoitettavien tietojen laadusta, määrästä ja reaaliaikaisuudesta. Liikenneviraston rautatieosastolle tehdyssä selvityksessä määritellään ja analysoidaan turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän toteutusvaihtoehdot ja niiden soveltuvuus Liikenneviraston käyttöön.

Selvityksen tarkoituksena oli saada selville miten turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmä voidaan toteuttaa jotta rautatieosasto pystyisi vastaamaan TraFin tarkentuihin vaatimuksiin turvallisuuspoikkeamatietojen keruusta ja raportoinnista. Selvityksessä on käsitelty myös niitä asioita, joita toteutustapaa valittaessa sekä järjestelmää toteuttaessa on otettava huomioon rautatieosaston lisäksi eri sidosryhmien näkökulmasta.

Selvityksen toteutti Ramboll Finland Oy. Selvityksen tekoa ovat ohjanneet Simo Sauni ja Jari-Pekka Kitinoja Liikennevirastosta. Selvityksen projektipäällikkönä toimi Mervi Harju ja työhön osallistuivat Outi Lehti-Miikkulainen, Liisa Poussa ja Sini Hau-los Ramboll Finland Oy:stä.

Helsingissä tammikuussa 2011

Liikennevirasto  
Väylätekniikkaosasto

# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Tutkimusongelma .....	9
1.2	Tutkimusmenetelmät .....	9
1.3	Tutkimuksen rajausta ja rakenne.....	9
2	JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO.....	11
2.1	Järjestelmäintegraation lähtökohdat .....	11
2.2	EAI-arkkitehtuuri.....	14
2.3	EAI-teknologiat sekä toteutus .....	15
2.4	Toteutusvaihtoehtojen esittely ja vertaileminen .....	17
3	VAATIMUSMÄÄRITTELYT .....	20
3.1	Järjestelmiin kohdistuvat vaatimukset .....	20
3.2	Käyttötapa- ja skenaariot .....	22
3.3	Vaatimusmäärittelyn eri vaiheet .....	23
4	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	28
4.1	Laadullinen tutkimus.....	28
4.2	DESMET-menetelmä .....	30
5	TURVALLISUUSPOIKKEAMATIEDON KERUUJÄRJESTELMÄ .....	33
5.1	Sidosryhmät ja niiden nykytila .....	33
5.2	Liikenneviraston ja rautatieosaston tavoitetilat .....	37
5.3	Teemahaastattelun käyttö tutkimuksessa .....	38
5.4	Haastattelujen tulokset.....	39
5.5	Vaatimusmäärittelyt.....	43
5.5.1	Toiminnalliset vaatimukset .....	43
5.5.2	Ei-toiminnalliset vaatimukset .....	44
5.6	Vaatimusten yhteenveto .....	47
5.7	Turvallisuuspoikkeaman käsittelyn kuvaus .....	50
6	TOTEUTUSVAIHTOEHTOJEN ARVIOIMINEN .....	52
6.1	Tutkimuksen toteutus .....	52
6.2	HaiPro.....	53
6.3	TATU®-ASP ja VAARAINFO .....	57
6.4	Proxion ja Django.....	61
6.5	3T Monitori .....	66
6.6	Toteutusvaihtoehtojen vertaileminen .....	70
7	TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI JA YHTEENVETO.....	72
7.1	Keskeiset tulokset ja niiden analysointi .....	72
7.2	Jatkotoimenpiteet .....	74
8	POHDINTA.....	77
	LÄHTEET .....	81
	LIITTEET	
Liite 1	Haastattelulomakkeet	
Liite 2	Vaatimuskortit	

# 1 Johdanto

Rautateillä raportoitiin vuonna 2009 yhteensä 26 vakavaa onnettomuutta, 14 kuolemaan johtanutta onnettomuutta ja 10 vakavaan loukkaantumiseen johtanutta onnettomuutta (Sauni, 2010.) Tilastoissa olivat mukana hankkeilla tapahtuvien onnettomuuksien lisäksi tasoristeys- sekä vaihtotyöonnettomuudet. Turvallisuuspoikkeamien todellista lukumäärää ei kuitenkaan tiedetä, sillä tietojen kerääminen ei ole ollut systemaattista; poikkeamia on kerätty vain muutamalta rautatieosaston hankkeelta.

Työturvallisuuden parantamiseen pyritään jatkossa raportoimalla kaikki rautatiehankkeilla tapahtuvat turvallisuuspoikkeamat ja läheltä piti -tilanteet, sekä seuraamalla näiden korjaavien toimenpiteiden vaikutusta poikkeamien esiintymiseen. Jotta tämä olisi mahdollista rautatieosaston hankkeilla, tulee nykyisiä tiedonkeruumenetelmiä kehittää. GNA-projektin mukaan säännöllinen turvallisuustietojen keruu edesauttaa työturvallisuutta, ja se vaikuttaa positiivisesti työtapaturmien väheneemiseen (Selnes, 2007).

Tutkimus tehtiin Liikenneviraston rautatieosastolle turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän kehittämistä varten. Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän taustalla oli vaatimuksia liittyen tiedon tallentamiseen ja hallintaan sekä tiedon seurantaan eri toimijoiden toimesta. Rautatieosaston tavoitteena turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän kehittämisessä oli raportoinnin ja poikkeamien hallinnan käsittelyn nopeuttaminen, urakoiden reaaliaikainen seuranta sekä johdon ja TraFille tehtävän raportoinnin helpottuminen sekä nopeutuminen. Urakoitsijat toivoivat uudelta järjestelmältä käytännöllisyyttä ja yksittäisistä papereista eroon pääsemistä.

Tutkimuksen tekohetkellä turvallisuustiedon keruu oli järjestetty tie- ja rautatieosastoilla käsin käsiteltävien Excel-lomakkeiden avulla. Meriosastolla turvallisuustiedon keruusta vastasivat urakoitsijat ja rakennuttajat. Rautatieosasto keräsi turvallisuuspoikkeamatietoja Liikenteen turvallisuusvirasto TraFin määräyksestä, mutta tie- ja meriosastoilla ei ollut lainsäädännön kautta tulevaa velvoitetta. TraFi määritteli muun muassa mitä turvallisuuspoikkeamatietoja tulee raportoida ja millä tavalla. Liikenneviraston näkökulmasta tavoitteena oli turvallisuustiedon keräämisen yhtenäistäminen ja samaan järjestelmään siirtyminen rautatie-, tie- ja meriosastojen osalta. Vaikka tutkimuksessa vertailtiin sähköisen turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän toteutusvaihtoehtoja sekä määriteltiin sen vaatimuksia rautatieosastolle, huomioitiin tutkimuksessa myös sekä meriosaston että tieosaston tiedonkeruun tarpeet ja pohdittiin näiden yhtenäistämistä sekä tietojen välittämistä eri osastojen välillä.

Liikennevirastolla oli käynnissä tutkimuksen tekohetkellä rautatieliikenteen liikenteen hallinnan tietojärjestelmien arkkitehtuurin kehittämisprojekti, jonka yhtenä osana kehitettiin poikkeamien hallintajärjestelmää. Tämän tutkimuksen lähtökohta on, että tuleva turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmä tulee olemaan yksi kehitettävän poikkeamien hallintajärjestelmän lähdejärjestelmä. Järjestelmien kommunikointitapojen arvioiminen on näin ollen tutkimuksen yksi osa-alue (Lähesmaa & Rantonen, 2010.)

## 1.1 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän periaatteet ja tarpeet. Tutkimukseen kuului myös järjestelmän rakentamisen ja käytön reunaehtojen analysointi. Tutkimuksessa selvitettiin, voidaanko muilla toimialoilla tai toimijoilla käytössä olevaa järjestelmää hyödyntää sellaisinaan tai käyttää pohjana rautatieosaston työturvallisuustiedon keruun työkaluna, vai onko tarpeellista kehittää uusi tiedonkeruujärjestelmä Liikenneviraston käyttöön.

Tämä pääongelma ratkaistaan tieteellisen tutkimuksen avulla selvittämällä seuraavat tutkittavat asiat:

- rajapintojen määrittäminen (järjestelmien, joiden kanssa tiedon välittämistä/jakamista, määrittäminen)
- turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän vaatimusten määrittäminen (raportointi, käytettävyyden, toiminnallisuudet, rajoitukset)
- olemassa olevien järjestelmien analysointi vaatimuksiin nähden sekä toteutusvaihtoehtojen vertaileminen.

Tutkimuksen lopputuloksena valmistui viranomaisen päätöksenteon tueksi tehty analyysi, johon kuuluivat turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän vaatimusten määrittely, järjestelmän rajapintojen määrittäminen, sidosryhmien huomioon ottaminen (miten järjestelmä palvelee eri sidosryhmiä Liikenneviraston sisällä) sekä toteutustapojen esittely ja vertaileminen.

## 1.2 Tutkimusmenetelmät

Tehtävän tutkimuksen tutkimusmenetelmä on laadullinen tutkimus. Tutkimuksen lähestymistapana käytetään tapaustutkimusta (case study), jonka avulla tarkasteltavaa ilmiötä tutkitaan sen luonnollisessa ympäristössä (Runeson & Höst, 2009). Aineiston keruumenetelmänä on kirjallisuusselvitys ja teemahaastattelut. Kirjallisuusselvityksen perusteella saadaan tietoa aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja selvityksistä ohjelmiston valintaan vaikuttavista tekijöistä, olemassa olevien järjestelmien arvioinnista, ohjelmistojen integroinnista, vaatimusmäärittelyistä sekä ohjelmistojen vertailusta. Tutkimuksessa haastatellaan teemahaastattelun avulla eri sidosryhmien jäseniä, projektin päähenkilöitä sekä ohjelmistojen toimittajia; sidosryhmien jäsenten haastattelujen pohjalta saatujen vaatimusmäärittelyjen perusteella arvioidaan eri toteutusvaihtoehtojen sopivuutta turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmäksi haastatteleamalla muutamaa tiedonkeruuseen sekä työturvallisuuteen erikoistunutta ohjelmistotaloa.

## 1.3 Tutkimuksen rajausta ja rakenne

Mahdollinen uuden ohjelman toteuttaminen, vanhan järjestelmän räätälöiminen, toimittajan valinta tai pilotointi eivät sisälly hankkeeseen. Tutkimuksessa ei myöskään käsitellä sähköisen turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän tarkempaa arkkitehtuurin kuvausta. Järjestelmässä käytettävä alusta, tietokanta sekä muu toteutus-

tapa ovat tutkimuksen ulkopuolella. Järjestelmän todellisten kustannusten arviointi jää niin ikään tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimus on laadullinen tutkimus, ja siihen kuuluu teoriaosuus sekä empiirinen osuus. Laadullisen tutkimuksen tuloksena saatu kirjallisuusselvitys esitellään luvuissa kaksi ja kolme; Järjestelmäintegraatio on kuvattu toisessa luvussa, ja vaatimusmäärittelyjen luonne sekä – tekniikat kolmannessa. Neljännessä luvussa esitellään tutkimuksen tutkimusmenetelmät; laadullinen tutkimus ja sen lähestymistavat, teemahaastattelut sekä DESMET-menetelmä. Empiirinen osuus alkaa viidennessä luvusta, joka käsittelee tutkittavaa tapausta; Liikenneviraston ja sen eri osastojen kuvaukset, nykytila ja tavoitetila, tiedonkeruutulokset sekä näihin pohjautuvat vaatimusmäärittelyt on esitelty tässä luvussa. Luvussa kuusi on kuvattu olemassa olevat tiedonkeruujärjestelmät sekä analysoitu niiden soveltuvuutta rautatieosaston tiedonkeruujärjestelmäksi. Kuudennessa luvussa on myös vertailtu eri toteutustapoja toisiinsa. Tutkimuksen tulokset on kerrottu luvussa seitsemän; onko kannattavampaa hankkia valmis jo olemassa oleva tiedonkeruujärjestelmä vai teettää kokonaan uusi järjestelmä. Kahdeksannessa eli viimeisessä luvussa esitellään pohdintaa suoritettuun tutkimukseen sekä teoriaan pohjautuen.



## 2 Järjestelmäintegraatio

Ensimmäisessä luvussa tutustutaan järjestelmäintegraation lähtökohtiin; järjestelmäintegraatiota tarkastellaan myös vanhojen järjestelmien osalta sekä tutustutaan järjestelmäintegraation haittoihin ja hyötyihin. Luvussa 2.2 esitellään järjestelmäintegraation arkkitehtuuri-kuvaus, sekä arkkitehtuurin eri kerrokset. Järjestelmäintegraation eri aikakausina käytetyt teknologiat sekä järjestelmäintegraation toteutuksen eri tasot on kuvattu luvussa 2.3. Luku 2.4 esittelee erilaisia toteutusvaihtoehtoja järjestelmän tilaamisesta sen vuokraamiseen.

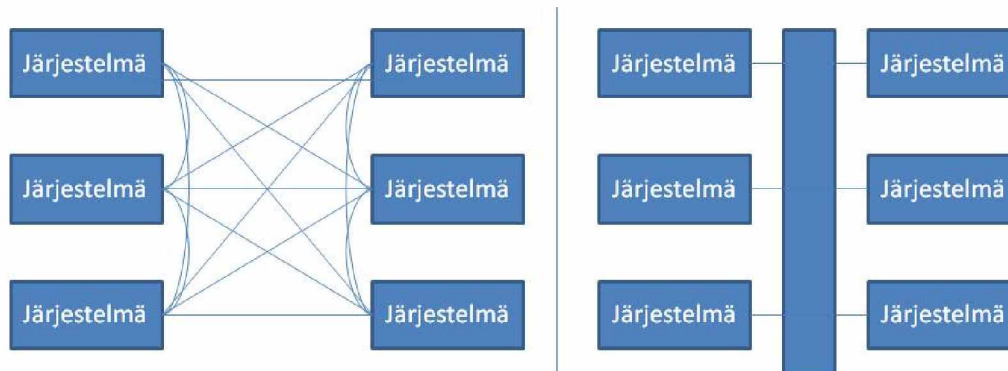
### 2.1 Järjestelmäintegraation lähtökohdat

Aikaisemmin yritysten käyttöön on kehitetty järjestelmiä, joilla on ollut jokin tietty käyttötarkoitus sekä tietyt käyttäjät (esim. taloushallinnon, ostojen tai varastojen hallintajärjestelmät). Järjestelmiä kehitettäessä ei ole otettu huomioon niiden toimimista yhdessä muiden järjestelmien kanssa rinnan. Tänä päivänä ongelmana onkin näiden aikaisemmin kehitettyjen ohjelmistojen ja järjestelmien (*legacy systems*) toimiminen sekä yhdessä että uusien järjestelmien kanssa. Jotta yritykset pystyisivät vastaamaan liike-elämän entistä haastavampiin vaatimuksiin, niiden täytyy pystyä kehittämään entistä tehokkaampia sekä taloudellisempia liiketoimintaprosesseja, mikä vaatii onnistuakseen tiedon jakamista monen eri järjestelmän välillä (Linthicum, 2000.)

Perinteisessä integroinnissa järjestelmien välinen kommunikointi hoidetaan tekemällä muutoksia jokaiseen integroitavaan ohjelmistoon, mikä on kallista ja aikaa vievää: vanhoja sekä uusia järjestelmiä joudutaan ohjelmoimaan uudelleen, jotta ne saataisiin toimimaan yhdessä. Järjestelmäintegraatio, Enterprise Application Integration (EAI), on yksi tapa saada yrityksen eri tietojärjestelmät toimimaan yhdessä yhtenäisesti ja joustavasti (Stonebraker, 2002.) Järjestelmäintegraatiossa on kyse yhden tai useamman organisaation tietojärjestelmien verkottamisesta toisiinsa siten, että järjestelmät kykenevät keskustelemaan ja jakamaan tietoa toistensa kanssa. Lähtökohteisesti järjestelmäintegraatiossa on siis kysymys informaation siirtämisestä integroitavien järjestelmien kesken, tietomuunnoksista näiden järjestelmien sisäisten esitysmuotojen välillä sekä kokonaisprosessin (tiedonsiirron sekä tietomuunnoksien) kontrolloinnista, tähän liittyvästä valvonnasta ja raportoinnista. (Tähtinen, 2005).

EAI:lla tarkoitetaan yleisesti erilaisia ohjelmistoja ja järjestelmiä, joiden avulla yritysten olemassa olevat tietojärjestelmät saadaan yhdistettyä yhtenäiseksi järjestelmäksi ja ne voivat jakaa tietoa keskenään (Stonebraker, 2002). EAI toimii tiedon välittäjänä järjestelmien välillä, ja sen avulla ne voidaan yhdistää toisiinsa yhdellä kertaa (Lee et al, 2003). EAI on toisin sanoen ”*rajoittamatonta tiedon ja liiketoimintaprosessien jakamista kaikkien yrityksen sovellusten ja tietovarastojen välillä*” (Linthicum, 2000, s.3). EAI-lähestymistapa sisältää yrityksen liiketoimintaprosessien ja järjestelmien uudelleenlaisen perspektiivien kehittämistä, vanhojen järjestelmien sovittamista uuteen ympäristöön sekä vanhojen ja uusien järjestelmien käyttämistä yhdessä tehokkaasti (Linthicum, 2000.) Kuvassa 1 on havainnollistettu perinteisen järjestelmäintegraation (nk. point-to-point) eroavaisuuksia keskitettyyn integraatoratkaisuun nähden. Perinteisessä point-to-point-ratkaisussa kaikki järjestelmät yhdistetään toisiinsa, kun taas

keskitetyssä integraatoratkaisussa järjestelmistä muodostetaan yhteys ainoastaan EAI-sovellukseen, joka toimii tiedonjakajana ja – välittäjänä järjestelmien välillä.



Kuva 1. Point-to-point vs. keskitetty integraatoratkaisu (Tähtinen, 2005, s. 30).

### Vanhojen järjestelmien ongelmat

Yrityksen vanhat tietojärjestelmät, jotka eivät enää täytä nykyajan tehokkuus- ja liiketoimintavaatimuksia, ovat nimeltään legacy-järjestelmiä. Legacy-järjestelmät ovat yleensä välttämättömiä yrityksen toiminnan kannalta, ja ne voivat aiheuttaa yritykselle suuria taloudellisia tappioita rikkoutuessaan. Järjestelmät on yleensä kehitetty palvelemaan tiettyä käyttötarkoitusta, eikä laajennustarpeita tai integroimista muihin järjestelmiin ole otettu huomioon kehitystyössä (Sommerville, 2004 ja Linthicum, 2000.) Legacy-järjestelmien päivittäminen on kallista ja aikavievää: mitä vanhempi järjestelmä on, sitä kalliimmaksi muutosten tekeminen, päivittäminen sekä ylläpito muodostuvat (Sommerville, 2004).

Legacy-järjestelmien suurimpia ongelmia sekä ominaisuuksia ovat:

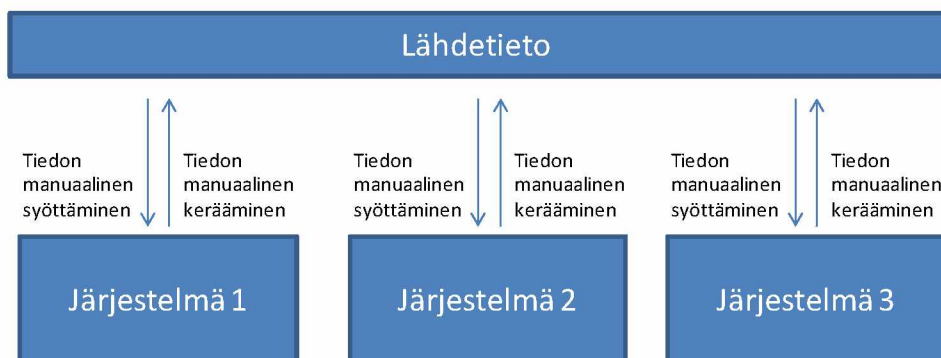
- ne ovat usein räätälöityjä, jolloin niitä hankalaa ja kallista vaihtaa uuteen
- tekniikka on vanhanaikaisia, jonka vuoksi ohjelmat ovat hitaita, joustamattomia ja kyvyttömiä mukautumaan liiketoiminnan haasteisiin ja muutoksiin
- niiden laajentaminen on vaikeaa tai mahdotonta
- ne eivät pysty kommunikoimaan uusien järjestelmien kanssa ja uusien järjestelmien integroiminen legacy-järjestelmiin on usein vaikeaa
- ylläpito on kallista ja hidasta vanhentuneen laitteiston ja/tai tekniikan vuoksi, ja dokumentointi on yleensä puutteellista (Linthicum, 2000 ja Bisbal et al. 1999.)

### Järjestelmäintegraation tarjoamat hyödyt ja haitat

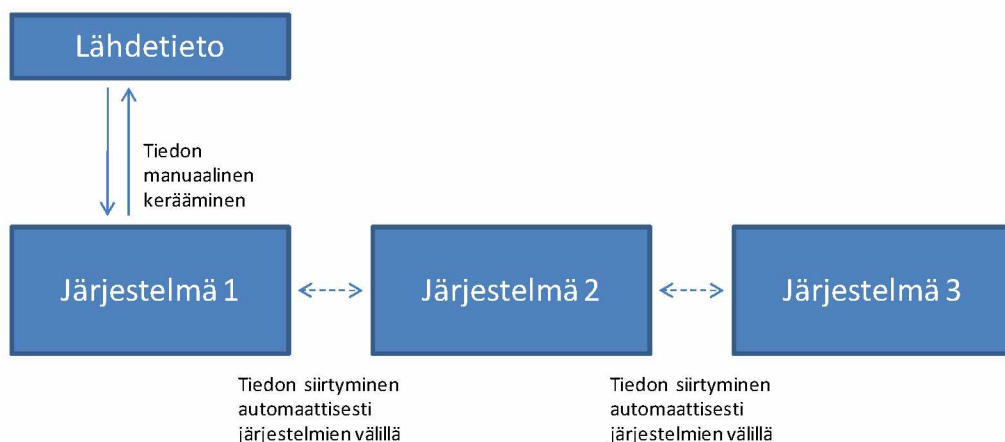
Järjestelmäintegraation hyötyinä nähdään liiketoimintaprosessien tehostuminen tietojärjestelmien kommunikoinnin automatisoinnin myötä. Järjestelmäintegraatiossa saavutetut hyödyt konkretisoituvat prosessien nopeutumisena, virheiden vähentymisenä sekä manuaalisten suoritettavien prosessien vähentyessä automatisoitumisen vuoksi (Losavio et al., 2002.) Eri järjestelmien välinen tiedon synkronointi helpottuu järjestelmäintegraation myötä; samoja tietoja ei tarvitse syöttää useita kertoja moniin eri järjestelmiin, eikä tietoa tarvitse hakea useasta eri järjestelmästä. Tämä mahdollistaa myös tiedon yhteneväisyyden eri järjestelmien välillä sekä virheiden vähentymisen, kun tiedot syötetään vain kerran. Kuvassa 2 on havainnollistettu perin-

teisen tiedonsiirron sekä järjestelmäintegraation kautta toteutetun tiedonsiirron eroavaisuuksia; perinteisessä tavassa manuaalinen tiedonsyöttö tehdään kaikkiin eri järjestelmiin erikseen, kun taas järjestelmäintegraatiota hyväksikäyttävässä ratkaisussa tieto syötetään kerran yhteen järjestelmään, joka jakaa tiedon muiden, siihen integroitujen, järjestelmien kesken. Myös tiedonkeruussa on käytetty samaa tekniikkaa; perinteissä tiedonsiirrossa käyttäjä joutuu keräämään tietoa jokaisesta järjestelmästä erikseen, kun järjestelmäintegraation avulla samat tiedot voidaan kerätä yhdestä järjestelmästä (Tähtinen, 2005.)

### Perinteinen tiedonsiirto



### Tiedonsiirto järjestelmäintegraation avulla



Kuva 2. Perinteinen vs. järjestelmäintegraation avulla toteutettu tiedonsiirto.

Järjestelmien välinen integraatio vähentää organisaation riippuvuutta yksittäisistä ohjelmistotoimittajista, sekä nopeuttaa reagointikykyä ohjelmistojen yhdistämisen avulla organisaatiomuutoksien ja muiden toimintaympäristön muutosten yhteydessä. Jos järjestelmiä kytketään suoraan toisiinsa (*point-to-point*) organisaation mahdollisuudet toimittajien kilpailuttamiseksi sekä hintojen kontrolloimiseksi ovat vähäiset. Tämän vuoksi järjestelmien välisiä suoria yhteyksiä tuleekin välttää. Integraatio myös pidentää yksittäisen ohjelmiston käyttöikää, sillä integraation avulla voidaan tiedon jakamisen lisäksi käyttää eri järjestelmien toiminnallisuuksia hyväksi (Desouza, 2007 ja Tähtinen, 2005.)

Järjestelmien välinen integraatio on kallista rakentaa, minkä vuoksi pienillä tai keskisuurilla yrityksillä ei yleensä ole mahdollisuutta käyttää sitä. Järjestelmäintegraatio

vaatii myös tarkkaa liiketoimintaprosessien mallintamista sekä niiden ymmärtämistä ohjelmistokehittäjien näkökulmasta, mikä voi olla haastavaa. Tämän vuoksi järjestelmäintegraatoratkaisut ovat yleisesti ottaen monimutkaisia toteuttaa. (Desouza, 2007 ja Tähtinen, 2005.)

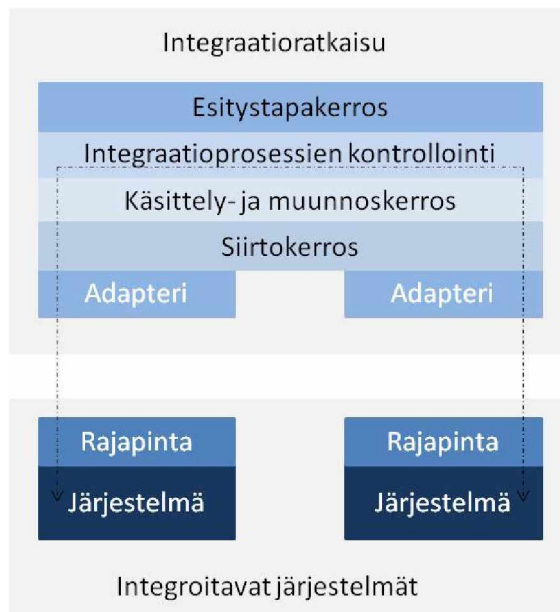
## 2.2 EAI-arkkitehtuuri

Tähtinen (2005) määrittelee järjestelmäintegraation arkkitehtuurin jakautuvan seitsemään eri kerrokseen. Tiedonsiirto järjestelmien välillä on mahdollista ainoastaan, jos integroitavat järjestelmät tarjoavat jonkinlaisen rajapinnan. Rajapintojen kautta järjestelmistä sekä haetaan tietoa että syötetään tietoa. Rajapinnan lisäksi tiedonsiirtoon vaaditaan jokin fyysinen siirtotie, kuten esimerkiksi tietoverkko (kuten yrityksen paikallisverkko LAN tai Internet) tai tietoverkkojen päällä toimiva sanomajärjestelmä (esimerkiksi xml-pohjainen viestinvälitysjärjestelmä). Rajapinnan ja siirtokerroksen väliin asettuu yleensä rajapintakomponentti, joista käytetään nimitystä adapteri. Tiedonsiirrossa tulee aina huolehtia myös tiedon salaamisesta sekä tietoturvasta.

Jotta järjestelmien välillä voidaan siirtää tietoa, niiden tulee ymmärtää toistensa tapaa esittää tietoa. Jos järjestelmät käyttävät ja ymmärtävät keskenään samaa kieliop-pia ja säännöstöä, tiedonsiirtoa varten tarvitaan vain rajapinnat sekä tietoverkot, eli tiedon siirtokerros. Jos järjestelmät eivät ymmärrä toisiaan, tarvitaan edellä mainittujen kerrosten lisäksi tiedon käsittely- ja muunnoskerros. Käsittely- ja muunnoskerroksen tehtävänä on tulkita lähetettävän järjestelmän tietoa, sekä muodostaa tästä tiedosta sellainen kokonaisuus, jonka vastaanottava järjestelmä ymmärtää (Tähtinen, 2005.)

Koska järjestelmäintegraation tavoitteena on tehostaa yrityksen toimintoja, sillä tulee olla myös jotain tekemistä liiketoimintaprosessien kanssa. Liiketoimintaprosessi tai sen osa kuvataan järjestelmäintegraatioarkkitehtuurissa integraatioprosessina. Integraatioprosessi on toisin sanoen tekninen apuväline liiketoimintaprosessin tehostamiseen. Integraatioprosessilla tarkoitetaan niitä toimintoja, joiden tarkoituksena on siirtää tietoa järjestelmien välillä tai tulkita sitä. Integraatioprosessit alkavat joko spontaanisti (esimerkiksi ajastuksen avulla) tai ulkoisesta herätteestä. Integraatioprosesseille on myös ominaista toimia normaalitilanteessa automaattisesti ilman käyttäjän aktiivista puuttumista sen suoritukseen. Integraatioprosessien kontrollointikerros valvoo integraatioprosessien toimintaa, sekä toimii tiedonsiirron kontrolloijana (Tähtinen, 2005.)

Ihmisen ja integraatoratkaisun välisenä rajapintana toimii esitystapakerros, jonka avulla käyttäjät saavat järjestelmästä näkymiä sekä raportteja. Yleisimmin nämä esitystapakerrokset ovat portaaaleja, joiden avulla käyttäjät saavat tietoa järjestelmistä sekä voivat kontrolloida niitä (Tähtinen, 2005 ja Linthicum, 2000.) Kuvassa 3 on kuvattu järjestelmäintegraation arkkitehtuuri sekä tiedon kulku kerrosten välillä.



Kuva 3. Järjestelmäintegraation arkkitehtuurin kuvaus (Tähtinen, 2005, s. 72).

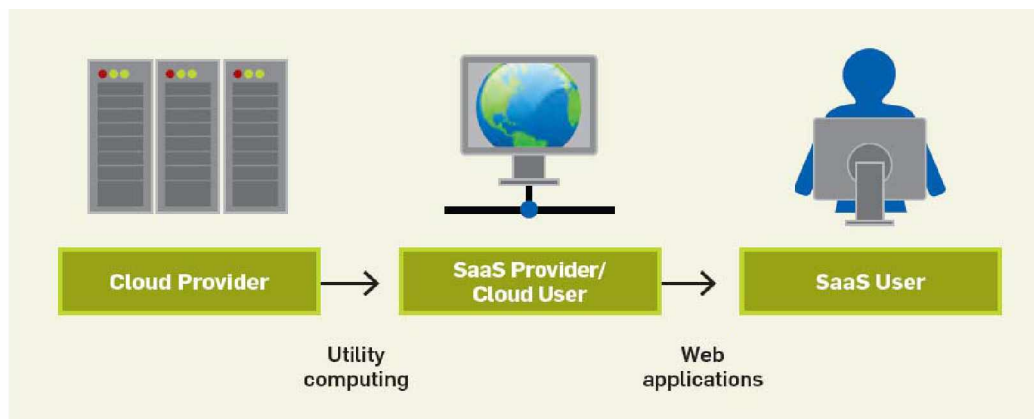
## 2.3 EAI-teknologiat sekä toteutus

Järjestelmäintegraatiossa voidaan puhua neljästä eri ajanjaksosta; ensimmäinen oli eristäytyneiden informaatioosaarekkeiden aikaa ennen varsinaista järjestelmäintegraatiota ja toisessa ajanjaksossa yksittäisten järjestelmien välille rakennettiin yhteyksiä (*point-to-point*). Kolmas ajanjakso keskittyi *hub-and-spoke*-arkkitehtuuriin, jossa järjestelmien kytkeminen tapahtuu viestinvälittäjien avulla. Neljännessä ajanjaksossa järjestelmäintegraation pääpaino on palvelukeskeisen arkkitehtuurin periaatteiden käyttöönotossa sekä tiedon jakamisessa järkevästi ja läpinäkyvästi. Seuraavaksi tarkastellaan kahden viimeisen ajanjakson integraatioteknologioita, jotka ovat käytössä tänä päivänä. Hub-and-spoke-teknologiaa käytetään vielä laajasti, mutta yleisesti ollaan siirtymässä palvelukeskeiseen SOA-arkkitehtuurimalliin (*Service Oriented Architecture*) (Linthicum, 2000 ja Tähtinen, 2005.)

*Hub-and-spoke-teknologiaa* käytetään viestinvälityksessä. Viestinvälittäjä (*hub*) sijaitsee integraatioon osallistuvien järjestelmien välillä, ja se sanansa mukaisesti välittää lähdejärjestelmän viestit oikealle kohdejärjestelmälle. *Bus-teknologiassa* viestinvälitys tapahtuu verkkoväylän avulla. Viestinvälittäjä sekä integraatioon osallistuvat järjestelmät kommunikoivat verkkoväylän avulla. *Multihub-teknologialla* tarkoitetaan viestinvälitystä, jossa toimii useita viestinvälittäjiä sekä järjestelmiä; viestinvälittäjät ovat yhteydessä toisiinsa, ja integraatioon osallistuvien järjestelmien tulee olla yhteydessä mihin tahansa viestinvälittäjään jotta ne pystyvät osallistumaan kommunikointiin muiden järjestelmien kanssa (Linthicum, 2000.)

SOA-arkkitehtuurimalli pyrkii yksinkertaistamaan ohjelmistojen välistä tiedonsiirtoa, ja sen avulla ohjelmistot voivat tarjota yleiskäyttöisiä palveluita toisille ohjelmistoille. ESB (*Enterprise Service Bus*) on kokoelma teknologioita, joiden avulla SOA-palveluarkkitehtuurin vaatima viestinvälitys voidaan toteuttaa; yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa XML-pohjaista viestinvälitystä. ESB-teknologiat tarjoavat yritykselle sisäisen väylän, jonka avulla yksittäisen sovelluksen tarjoamia palveluita voidaan välittää muille ohjelmistoille (Tähtinen, 2005.)

Muita palveluihin perustuvia arkkitehtuuriratkaisuja ovat pilvet (*cloud computing*) sekä niihin liittyvät SaaS-palvelut (*Software as a Service*) ja *utility computing*. SaaS-palvelulla tarkoitetaan ohjelmiston tarjoamista asiakkaalle palveluna, jolloin asiakas ostaa käyttöoikeuden ohjelmistoon esimerkiksi kuukausimaksuperusteisesti. SaaS-palvelusta käytetään myös nimeä ASP (*Application Service Provider*). SaaS-palvelun idea perustuu siihen, että asiakas saa valmiin tai räätälöidyn ohjelmiston käyttöönsä verkon välityksellä ilman suuria alkuinvestointeja. Utility computing eli ”laitteisto palveluna” tarjoaa vastaavalla periaatteella asiakkaalle laitteistoa, jolloin asiakas saa laitteiston käyttöönsä tarvittaessa, ilman että yrityksen täytyisi ostaa laitteistoa itselleen. Pilvi on kahden edellä mainitun yhdistelmä: siinä tarjotaan sekä ohjelmisto että laitteisto asiakkaan käyttöön hinnoittelulla, joka perustuu palveluiden käyttöön. Pilvi-mallissa tarjoajat tarjoavat palveluitaan SaaS-palvelun tarjoajille, jotka puolestaan tarjoavat palveluita edelleen omille asiakkailleen (Kuva 4). SaaS-palvelun tarjoajat ovat siis samalla Pilvi-mallien käyttäjiä (Armbrust et al., 2010.)



Kuva 4. Käyttäjät ja palvelun tarjoajat pilvi-mallissa (Armbrust et al., 2010, s. 52).

Pilvi-mallin etuja niiden käyttäjien kannalta ovat:

- rajoittamattomien tietokoneressurssien saaminen käyttöön tarvittaessa, jolloin yritysten ei tarvitse suunnitella hankintoja etukäteen, vaan ne voivat kasvattaa laitteistoresursseja silloin kun siihen on tarvetta
- käytön vaivattomuus ja joustavuus; laitteistoresurssit voidaan ottaa käyttöön myös lyhytaikaisesti, sillä laskutus on mahdollista esimerkiksi tunneittain tai päivittäin (resurssit voidaan myös vapauttaa kun niille ei enää ole tarvetta) (Armbrust et al., 2010.)

Pilvi- ja SaaS-malleista voidaan muodostaa myös teollisia alustoja (*industrial platform*) kun palveluntarjoajat avaavat teknologiansa muiden toimijoiden käyttöön. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että muut toimijat voivat rakentaa omia ohjelmistojaan näiden alustojen päälle, ja tarjota niitä eteenpäin (Cusumano, 2010.)

### Järjestelmäintegraation toteutus eri tasoilla

EIC:n (*Enterprise Integration Council*) mukaan EAI:n päämääränä on mahdollistaa yrityksen uusiin liiketoimintamahdollisuuksiin nopea reagoiminen huolellisesti suunniteltujen järjestelmäintegraatioiden myötä (Lee et al. 2003). Onnistuakseen EAI-integraatioprosessi vaatii vahvaa vuorovaikutusta, koordinaatiota sekä yhteistyötä



yrityksen tietotekniikka-osastojen sekä liiketoiminnasta vastaavien henkilöiden välillä (Linthicum, 2000).

Järjestelmäintegraatio voidaan toteuttaa usealla eri tavalla riippuen järjestelmistä sekä yrityksen tarpeista. Mikään yksittäinen ratkaisu ei sovi jokaiseen tilanteeseen, vaan käytettävät menetelmät tulee valita integraation kohteiden sekä ympäristön mukaan (Linthicum, 2000.) Järjestelmäintegraatio voidaan jakaa toteutettavaksi neljällä eri tasolla. Taso määräytyy sen mukaan, millä tasolla ohjelmistojen integraatio tapahtuu (Linthicum, 2000 ja Lee et al., 2003).

Tasot ovat:

1. Datataso (*data level*)  
Datatasolla tarkoitetaan tekniikka, jolla siirretään tietoja erilaisten tietovarastojen ja – kantojen välillä, jolloin integraatio keskittyy vain eri järjestelmien tiedon jakamiseen.
2. Rajapintataso (*application interface level*)  
Rajapintatasolla integroitavat järjestelmät jakavat tiedon lisäksi prosesseja määritellyn rajapinnan kautta. EAI rakentuu välitystiedostoista ja sanomista sekä sovellusrajapinnoista.
3. Metoditaso (*method level*)  
Metoditasolla järjestelmien kesken jaetaan liiketoimintametodeja, joka tapahtuu metoditasolla sovelluskomponenttien avulla.
4. Käyttöliittymätaso (*user interface level*)  
Käyttöliittymätasolla järjestelmien integraatio tapahtuu käyttäjälle suunnitellun käyttöliittymän kautta (Linthicum, 2000).

## 2.4 Toteutusvaihtoehtojen esittely ja vertaileminen

Yrityksellä on valittavanaan useita tapoja järjestelmän hankkimiseen, kuten valmiin järjestelmän ostaminen, räätälöidyn järjestelmän ostaminen, räätälöidyn järjestelmän vuokraaminen (ASP, SaaS), järjestelmän rakentaminen, sen rakennuttaminen tai yhdistelmä edellä mainituista tavoista. Tavan valintaan vaikuttavat taloudellisten seikkojen lisäksi toimintaympäristön määrittelemät vaatimukset, järjestelmän kriittisyys, yrityksen omat resurssit, tarpeet ja osaaminen (järjestelmän ylläpito, rakentaminen) sekä markkinoilla oleva tarjonta (Gardiner & Rushton, 1997). Jotta järjestelmä voidaan ostaa sellaisenaan, markkinoilta tulee löytyä yrityksen tarpeita vastaava tuote. Jos toimintaympäristö asettaa järjestelmälle tarpeeksi monimutkaisia sekä erityisiä vaatimuksia, on täysin valmiin järjestelmän löytäminen epätodennäköistä. Tällöin vaihtoehdoksi jää valmiin järjestelmän räätälöiminen tai uuden rakentaminen (Stillman & Wu, 1988 ja Cusumano, 2010.) Yleensä yrityksen sisältä ei löydy ohjelmistotalan osaamista siinä määrin, että se voisi tehdä järjestelmän kokonaan itse, jolloin ainut vaihtoehto on järjestelmän tilaaminen ulkopuoliselta ohjelmistotalolta (Gardiner & Rushton, 1997). Tässä tapauksessa tulee selvittää, onko markkinoilla olemassa perustoiminnallisuuksiltaan yrityksen vaatimuksia vastaavaa järjestelmää, jota

voitaisiin räätälöidä yrityksen erityisvaatimuksiin sopivaksi (Buchowicz, 1991 ja Bryce & Bryce, 1987.)

Toimintaympäristön muuttuvuus, järjestelmän oletettu käyttöikä sekä yrityksen ydinprosessien sekä organisaation vastaavuus järjestelmän arkkitehtuuriin tulee myös huomioida toimitustapaa valittaessa; valmis järjestelmä on aina suunniteltu jollekin toiselle organisaatiolle toisenlaiseen ongelmaan, eivätkä sen arkkitehtuuriset ratkaisut välttämättä tue muunneltavuutta tai muita laatuattribuutteja, jotka ovat yrityksen kannalta tärkeitä. Laatuattribuutit ovat järjestelmän arkkitehtuuristen ratkaisujen kannalta tärkeitä, sillä tietyt arkkitehtuurityylit tukevat tiettyjä laatuattribuutteja mutta vaikuttavat negatiivisesti toisiin laatuattribuutteihin; esimerkiksi kerrosarkkitehtuurien etuja ovat uudelleenkäytön tukeminen ja poikkeusten käsittely sekä suorituskyvyn heikentyminen, kun taas tietovuorokkeittaiset tukevat uudelleenkäyttöä ja ylläpitoa, mutta virhetilanteiden käsittely on niissä hankalaa (Koskimies & Mikkonen, 2005).

Gardiner ja Rushton (1997) vertailevat eri toteutusvaihtoehtoja valintamatriisin avulla (Kuva 5). Matriisia sovelletaan silloin, kun yritykselle ei ole selvää miten sen tulee hankkia uusi ohjelmisto ja mitä päätösprosessissa on hyvä ottaa huomioon. Huomioitavia asioita ovat se, pystyykö yritys itse rakentamaan ohjelmistoon kuuluvia moduuleita, vai täytyykö sen ostaa ne muualta, sekä se, kuinka tärkeä ohjelmisto ja siihen kuuluvat osat ovat yrityksen kilpailulliseen sekä strategiseen asemaan nähden. Järjestelmän toteutustapa ja siihen käytettävien resurssien siis määrä määritellään tämän matriisin perusteella sen mukaan, kuinka kriittinen toteutettava järjestelmä on yrityksen menestymisen kannalta.

Matriisin mukaan toteutustavan (ostaa, räätälöidä, tehdä, luopua) valinnan määrittelevät järjestelmän vaikutus yrityksen kilpailulliseen asemaan markkinoilla (*competitive position*) sekä sen tärkeys strategisesti (*strategic importance*). Jos järjestelmän merkitys yrityksen kilpailulliseen asemaan on vähäinen, eli tuotteella ei pyritä erottumaan markkinasegmentin muista toimijoista, eikä yritys pysty valmistamaan sitä itse ja se ei ole merkittävä strategisesti, järjestelmä kannatta ostaa (*buy*). Jos järjestelmällä on taas paljon vaikutusta yrityksen kilpailuasemaan ja strategiaan ja yritys pystyy tekemään sen itse, järjestelmä kannattaa toteuttaa tekemällä (*make*) se alusta alkaen yrityksen tarpeita vastaavaksi. Valmiin tuotteen ostaminen (COTS, *Commercial off-the-shelf*) tai valmiin tuotteen räätälöiminen (*bespoke*) on kannattavaa jos järjestelmä ja sen takana oleva ongelma eivät vaikuta merkittävästi yrityksen kilpailulliseen asemaan mutta ovat tärkeitä strategiselta kannalta. Kun järjestelmä vaikuttaa neutraalisti sekä kilpailulliseen että strategiseen asemaan, vaihtoehtoina ovat ostaminen tai tekeminen (*make or buy*), ja järjestelmään investoiminen tai siitä luopuminen (*invest/divest*) (Gardiner & Rushton, 1997.)



		Strategic Importance		
		High	Neutral	Low
Competitive Position	High	Make, Maintain, Exploit	Tend to Make, Consolidate, Position	Buy, Divest, Refocus resources
	Neutral	Bespoke; Tend to Make, Invest & Develop  COTS: Partnership/ Alliance	Make or Buy? Invest/Divest? Partnership/ Alliance	Buy, Divest
	Low	Bespoke: Buy & Transfer In, Initiate Investment  COTS: Partnership/ Alliance	Tend to Buy, Partnership/ Alliance (Bespoke/COTS)	Buy

Kuva 5. Matriisi toteutusvaihtoehtojen valinnasta (Gardiner & Rushton, 1997, s. 160.)

Muita huomioitavia asioita toteutustapaa valittaessa ovat kustannukset: onko yrityksen järkevämpää ostaa järjestelmä kokonaisuudessaan, vai vuokrata se esimerkiksi SaaS-palvelumallin mukaisesti. Tähän vaikuttavat yrityksen omat resurssit mm. palvelimien sekä järjestelmän ylläpidon kannalta; järjestelmän ostamisessa alkuinvestoinnit ovat suuret, ja järjestelmä sijoitetaan yrityksen omalle palvelimelle, jolloin yritys myös vastaa itse palvelimen ylläpidosta sekä sopimuksen mukaan myös mahdollisesti järjestelmän ylläpidosta. Jos järjestelmä vuokrataan esimerkiksi ASP- tai SaaS-palveluna, yritys maksaa joka kuukausi kiinteän käyttömaksun, jolla se saa käyttöönsä kaikki järjestelmän käyttöön tarvittavat palvelut aina palvelimesta tietokantaan sekä järjestelmän ylläpitoon saakka. Kustannuksien vertailemisessa järjestelmän oletettu käyttöikä on avainasemassa; jos järjestelmä arvioidaan olevan käytössä pidempään, järjestelmän vuokrauksesta aiheutuneet kulut voivat olla suuremmat kuin järjestelmän ostamisesta aiheutuneet kulut (Abrust et al. 2010 & Cusumano, 2010.)

### 3 Vaatimusmäärittelyt

Vaatimusmäärittelyyn liittyvä teoria on esitelty kolmannessa luvussa. Luvussa 3.1 kuvataan järjestelmiin kohdistuvia toiminnallisia ja ei-toiminnallisia vaatimuksia sekä rajoitteita. Tässä luvussa esitellään myös vaatimuksien määrittämisen lähtökohdat. Vaatimusmäärittelyn apukeinot, käyttötapaukskuvaukset sekä skenaariot on kuvattu luvussa 3.2. Vaatimusmäärittelyn eri vaiheet alkutoimista validointiin ja vaatimusten hallintaan on esitelty luvussa 3.3. Tässä luvussa on myös esitelty teoriaa järjestelmän kehittämisestä muuttuvassa toimintaympäristössä.

#### 3.1 Järjestelmiin kohdistuvat vaatimukset

Vaatimusmäärittelyt (Requirements Engineering) ovat ohjelmiston suunnittelun perusta, joiden avulla kuvataan ohjelmistolta vaadittavat toiminnallisuudet sekä ominaisuudet. Vaatimusten määrittäminen alkaa siitä, kun tunnistetaan ongelma, jonka ratkaisemiseksi voidaan kehittää ohjelmisto tai siitä, että keksitään uusi idea joka halutaan toteuttaa (Davis, 1993). Järjestelmän vaatimukset määritellään sen loppukäyttäjien sekä tilaajan tarpeiden pohjalta. Vaatimusmäärittelyjen laatiminen on haasteellista, koska järjestelmän tilaaja ei aina osaa kertoa mitä järjestelmältä haluaa. Lisäksi ohjelmistosuunnittelija sekä tilaaja puhuvat monesti eri kieltä keskenään, eikä asiakkaan toimintaympäristö ole ohjelmistosuunnittelijalle tuttu. Oikeanlaisten vaatimusmäärittelyjen ja yhteisen kielen löytämiseksi apuna käytetään yleisesti erilaisia käyttötapaukskaavioita (*use cases*), skenaarioita (*scenarios*) sekä käyttökertomuksia (*user stories*) (Sommerville & Sawyer, 1997.) Vaatimusmäärittelyt jaetaan toiminnallisiin ja ei-toiminnallisiin määrittelyihin sekä rajoitteisiin (Sommerville, 2004 ja Robertson & Robertson, 2006).

Järjestelmän vaatimusten määrittäminen ja sen kehittäminen perustuvat kullakin hetkellä voimassa oleviin sääntöihin ja toimintaympäristön tilaan. Järjestelmän vaatimuksia laadittaessa voidaan pyrkiä ennustamaan toimintaympäristön kehitystä, mutta valitettavasti kukaan ei voi ennustaa tulevaa. Järjestelmän toimintaympäristö ei tule pysymään samanlaisena koko sen elinkaaren ajan, vaan organisaatiot, liiketoimintamallit sekä muut järjestelmät niiden ympärillä muuttuvat ajan saatossa (Patel, 1999.) Usein järjestelmän kehittämisen alkuvaiheessa kuvattu toimintaympäristö on muuttunut ratkaisevasti jo siinä vaiheessa, kun järjestelmä otetaan käyttöön. Tätä muuttuvaa ympäristöä ja sen tuomia vaikutuksia kehitettäviin sekä kehitettyihin järjestelmiin pyritään hallitsemaan erilaisten hallinta- ja ylläpitotyökalujen ja -tekniikoiden avulla (Pressman, 2010 ja Sommerville, 2004.)

##### Toiminnalliset vaatimukset

Toiminnalliset vaatimukset (Functional Requirements) ovat niitä palveluita sekä toimintoja, joita järjestelmän tulee tarjota, jotta se pystyy vastaamaan liiketoiminnallisia vaatimuksiin ja palvelemaan käyttäjien tarpeita (Robertson & Robertson, 2006). Toiminnalliset vaatimukset käsittävät myös sen, millä tavalla järjestelmän tulee käyttäytyä tietyissä tilanteissa, ja miten sen tulee reagoida syötteisiin, sekä miten sen ei tule toimia (Sommerville, 2004.)

Toiminnallisia vaatimuksia ovat sekä tekniset vaatimukset että liiketoiminnalliset vaatimukset. Jotta liiketoiminnalliset vaatimukset voidaan määritellä, täytyy ensin

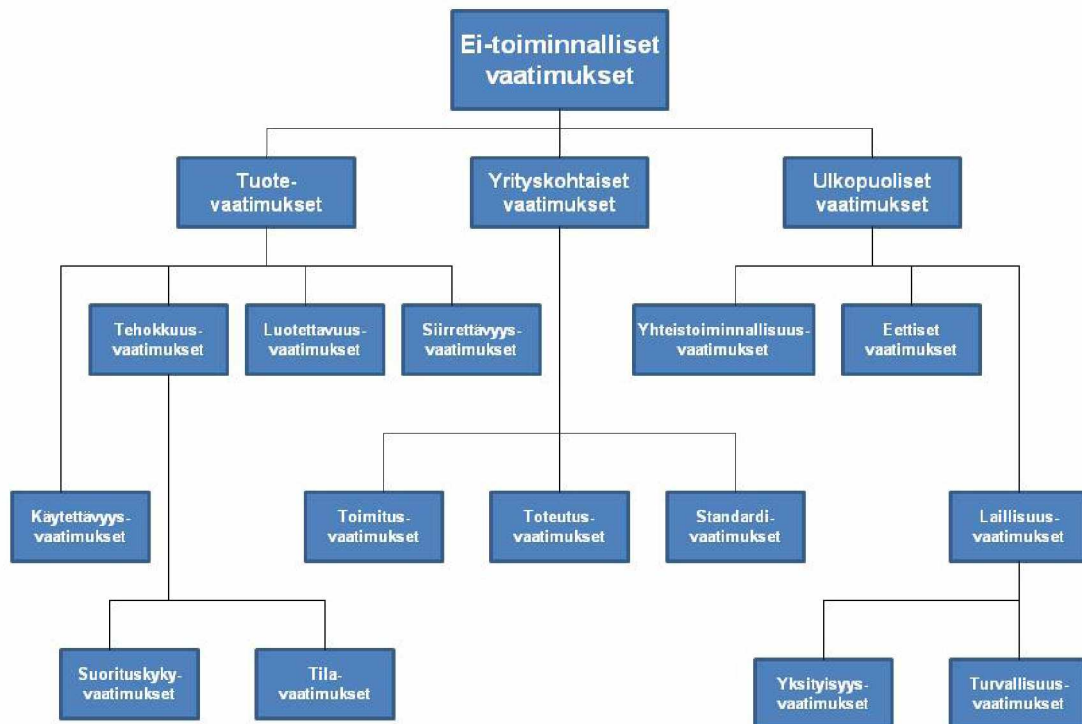
selvittää liiketoiminnan ydin. Ilman liiketoiminnan lähtökohtien ymmärtämistä on teknisen ratkaisun toteuttaminen äärettömän vaikeaa, jollei jopa mahdotonta; tällöin toteutetaan usein ratkaisu, jonka *kuvitellaan* sopivan sen käyttöympäristöön. Tämä johtaa sellaisten järjestelmien kehittämiseen, jotka eivät vastaa sitä alkuperäistä tarvetta, jonka vuoksi järjestelmää aloitettiin kehittämään. Tekniset vaatimukset määritellään liiketoiminnallisten vaatimusten jälkeen; kun tiedetään, miten järjestelmän tulee toimia, voidaan määritellä näihin toimintoihin vaadittava tekniikka. (Robertson & Robertson, 2006.)

Toiminnallisia vaatimuksia määritettäessä on hyvä ymmärtää ero ratkaisun ja vaatimuksen välillä. Järjestelmän liiketoiminnalliset vaatimukset määritellään jotta ne kuvastaisivat liiketoiminnan perusolemusta, eivät mahdollista toteutusta. Tämän väärinymmärtäminen johtaa vaatimusten epäonnistumiseen; on helppoa piilottaa tärkeä toiminnallisuus toteutuksen kuvailemisen taakse, sekä valita itsestään selvä ratkaisu vaikka sopivampiakin olisi käytettävissä (Robertson & Robertson, 2006.)

### **Ei-toiminnalliset vaatimukset**

Ei-toiminnallisia vaatimuksia (Non-functional Requirements) ovat niin sanotut pakolliset järjestelmän ominaisuudet. Ne eivät koske tiettyjä toimintoja tai palveluita, vaan ne määrittävät järjestelmän kokonaisuutena. Ei-toiminnalliset vaatimukset ovat kriittisempiä kuin toiminnalliset vaatimukset; järjestelmän käyttäjä pystyy yleensä käyttämään järjestelmää, joka ei palvele kaikkia käyttötarpeita, mutta järjestelmän käyttäminen on mahdotonta jos se esimerkiksi kaatuu. Ei-toiminnallisissa vaatimuksissa voidaan määritellä myös tavat, joilla järjestelmää kehitetään, kuten käytettävät työkalut tai laatuvaatimukset (*quality standards*) järjestelmän kehittämisen aikana (Sommerville, 2004.)

Sommervillen (2004) mukaan ei-toiminnalliset vaatimukset jaetaan tuotevaatimuksiin, yrityskohtaisiin vaatimuksiin sekä ulkopuolisiin vaatimuksiin (Kuva 6). Tuotevaatimukset määrittävät tuotteen käyttäytymistä kuten suorituskykyä, luotettavuutta, siirrettävyyttä tai käytettävyyteen liittyviä ominaisuuksia. Yrityskohtaiset vaatimukset määritellään organisaation menettelytapojen sekä politiikan mukaan. Näitä ovat toteutukseen, suunnittelumallin valintaan, toimitukseen tai toteutuksessa käytettyihin standardeihin liittyvä vaateet. Ulkopuoliset vaatimukset tulevat järjestelmän sekä sen kehitysprosessin ulkopuolelta. Tällaisia vaatimuksia ovat muun muassa kommunikointi eri järjestelmien kanssa, lainsäädännölliset vaatimukset joiden mukaan järjestelmän tulee toimia sekä eettiset vaatimukset jotka takaavat, että järjestelmän käyttäjät sekä laajempi yleisö hyväksyvät sen.



Kuva 6. Ei-toiminnallisten vaatimusten tyypit (Sommerville, 2004, s. 122).

### Rajoitteet

Järjestelmän käyttäjät sekä tilaajat määrittelevät järjestelmälle tai sen kehittämiselle erinäisiä rajoitteita; aikataulu, budjetti, käyttöympäristö tai muut resurssit ovat sellaisia vaatimuksia, jotka järjestelmän kehittäjien sekä muiden sidosryhmien tulee noudattaa (Robertson & Robertson, 2006). Järjestelmälle määritetyt rajoitteet ja resurssit tulee olla kaikkien osapuolten tiedossa järjestelmän kehittämisen alkamisesta asti, jotta kaikilla olisi yhtenäinen mielikuva toteutukseen liittyvistä asioista, kuten toteutusaikataulusta tai järjestelmän kehittämiseen käytettävissä olevasta pääomasta (Sutcliffe, 2002).

## 3.2 Käyttötapaukset ja skenaariot

Käyttötapauksia (*use cases*) käytetään kuvaamaan kehitettävän järjestelmän toiminnallisuuksia järjestelmän kehittäjien, tilaajien ja käyttäjien välillä. Käyttötapauksilla kuvataan usein myös liiketoimintaprosesseja ja niiden avulla helpotetaan järjestelmän rakenteen dokumentoimista (Cockburn, 2000). Erilaisia käyttötapauksia voidaan laatia UML-mallinnuskaavioiden avulla (*Unified Modeling Language*) tai käyttämällä erilaisia graafisia kaavioita (Lauesen 2002). Käyttötapauksia kuvataan myös kirjoittamalla käyttökertomuksia eli skenaarioita, joissa yhden toimijan vaatimasta toiminnallisuudesta laaditaan kertomus. Skenaariot ovat erittäin hyvä apuväline silloin, kun sidosryhmät määrittävät toiminnallisuuksia ja vaatimuksia tarinan muodossa; skenaariot muodostavat pohjan vaatimukselle (Robertson & Robertson, 2006.) Käyttä-

pauksia käytetään hyvin laajasti, sillä niillä on helppo kuvata monimutkaisiakin toiminnallisuuksia siten, että osapuolet ymmärtävät niitä (Lauesen, 2002).

Käyttötapauskaaviosta tulee käydä ilmi kolme asiaa: päämäärä (*scope*), pääasiallinen toimija (*primary actor*) sekä kuinka korkea tai matalan tason tavoite (*level*) käyttötapauskaaviolla on. Käyttötapauskaavioita kirjoitettaessa edetään neljän tason mukaan. Ensimmäiseksi määritellään toimijat ja tavoitteet (*actors and goals*), eli listataan ne toimijat, jotka käyttävät järjestelmää. Lisäksi määritellään näiden toimijoiden tavoitteet järjestelmän suhteen, eli miten järjestelmä palvelee eri toimijoita ja sidosryhmiä. Seuraavalla tasolla kirjoitetaan lyhyt käyttötapauskaavio (*use case brief*) tai kuvaus järjestelmän onnistuneesta käytöstä (*main success scenario*). Tämän avulla varmistetaan, että järjestelmä todellakin tulee toimimaan käyttäjien ja tilaajan toivomalla tavalla. Virheiden käsittelyssä (*failure conditions*) listataan kaikki ne puutteet ja virheet, jotka voivat esiintyä järjestelmän käytössä. Viimeiseksi käydään läpi häiriöiden käsittely (*failure handling*). Käyttötapausten sekä skenaarioiden laatimisen aikana saattaa löytyä lisää sellaisia toimijoita ja toimintoja, jotka ovat jääneet löytämättä vaatimusten määrittelyn yhteydessä (Cockburn, 2000.)

Käyttötapauksia tai metodien toiminnallisuuksia kuvataan usein myös aktiviteettikaavioiden avulla. Aktiviteettikaavion eduksi luetaan se, että sillä voidaan esittää jotain tiettyä toimintoa yksinkertaisesti sekä ymmärrettävästi järjestelmän eri sidosryhmille; yleensä aktiviteettikaaviota pystyy lukemaan vaikka ei omaisikaan ohjelmistotalan kokemusta tai osaamista. Aktiviteettikaavion avulla voidaan myös havainnollistaa eri toimijoiden aktiivisuutta jonkin tietyn toiminnallisuuden aikana; kaavio alkaa alkupisteestä, ja siinä siirrytään aktiviteetista toiseen siirtymien avulla päätyen loppupisteeseen. Kaaviossa kuvataan alku- ja loppupisteiden lisäksi muun muassa toimijat (*actors*), toiminnot (*event, activity*), vastualueet (*swim lane*) sekä ehdot toimintojen välillä. (Lauesen, 2010.)

### 3.3 Vaatimusmäärittelyn eri vaiheet

Puutteelliset vaatimusmäärittelyt johtavat usein ohjelmistoprojektin epäonnistumiseen; aikataulut pettävät sekä kustannukset ylittyvät jos ohjelmiston toiminnallisuudet ja vaatimukset eivät ole selvillä kun ohjelmistoa aloitetaan tehdä. Ohjelmistoprojektin edetessä ilmenee usein sellaisia uusia vaatimuksia, joita ei ole tunnistettu suunnitteluvaiheessa, ja nämä saattavat vaikuttaa ohjelmiston rakentamiseen ratkaisevasti (Sutcliffe, 2002.) Ohjelmistotekniikassa on määritelty erilaisia vaiheita, jotka auttavat vaatimusmäärittelyjen laatimista, ja näin ollen parantavat ohjelmistoprojektin onnistumismahdollisuutta; asiakkaan tarpeen ymmärtämisen, tarpeen analysointi, toteutettavuuden määrittäminen, järkevän ratkaisun neuvottelemineen, ratkaisun selkeä määrittäminen, vaatimusten vahvistaminen sekä vaatimusten hallinta niiden muuttuessa järjestelmäksi (Thayer & Dorfman, 1997.) Näiden vaiheiden pohjalta voidaan erottaa seitsemän eri vaihetta ohjelmiston vaatimusten löytämiseen ja onnistuneeseen ohjelmistoprojektiin: alkutoimet, tavoitteiden selvittäminen, kehittäminen, neuvottelu, määrittely, validointi sekä hallitseminen. Nämä vaiheet eivät aina toteudu määrittelyn mukaisesti kehitettävästä ohjelmistosta ja projektista riippuen, mutta ne toimivat hyvänä pohjana vaatimusten määrittelemiselle (Pressman, 2010.)

## Alkutoimet

Ohjelmistoprojekti alkaa yleensä siitä, kun löydetään uusi palvelu, ongelma tai tarve. Ensimmäiseen vaiheeseen (Inception) kuuluukin ongelman perusluonteen ymmärtäminen, niiden ihmisten, jotka haluavat saada ongelman ratkaistua, määrittelemisen sekä halutun ratkaisun luonteen selvittäminen. Myös muut sidosryhmät määritellään, ja aloitetaan tehokas kommunikointi ohjelmistokehittäjien sekä sidosryhmien välillä (Pressman, 2010.)

## Tavoitteiden selvittäminen

Toisessa vaiheessa kerätään tavoitteita ongelman ratkaisulle asiakkaan, käyttäjien sekä muiden sidosryhmien näkökulmista; mitä ratkaisulla tulee saavuttaa, mitkä ovat päämäärät, miten ratkaisu sopii markkinoiden tarpeisiin sekä miten tuotetta tullaan käyttämään. Tämä ei kuitenkaan ole kovin helppoa, koska ohjelmiston rajat voivat olla huonosti määritellyt, asiakkaat tai käyttäjät saattavat määritellä tarpeettomia teknisiä yksityiskohtia jotka paremminkin hämmentävät kuin selventävät ohjelmiston tavoitteita. Asiakkaat eivät myöskään aina ymmärrä oman teknisen ympäristön asettamia rajoituksia järjestelmälle ja asiakkaan ja ohjelmiston suunnittelijan välillä saattaa olla kommunikointivaikeuksia yhteisen kielen puuttuessa, jolloin asiakas ei saa ilmaista tarpeitaan. Haasteen muodostaa myös se, että eri sidosryhmät voivat määritellä keskenään ristiriitaisia vaatimuksia tai asiakkaat eivät ole varmoja siitä, mitä tarvitsevat. Tällöin vaatimukset vaihtuvat koko ajan, ja ohjelmistokehittäjän on hankala hahmottaa edes kokonaiskuvaa kehitettävästä järjestelmästä (Pressman, 2010 ja Lauesen, 2002.)

Tavoitteiden selvittäminen (Elicitation) vaatii ongelman sekä kyseessä olevan organisaation ja sen liiketoimintaprosessien ymmärtämistä, samoin kuin käsityksen siitä, miten ohjelmistoa tullaan käyttämään. Vaatimusten keräämiseen tulee varata tarpeeksi aikaa, sillä tiedonkeruu tapahtuu yleensä sidosryhmien edustajia haastatteleamalla sekä erilaisia dokumentteja lukemalla. Tavoitteita selvitettäessä kiinnitetään erityisesti huomiota organisatorisiin sekä poliittisiin näkökulmiin, sidosryhmiin, toimintaympäristöön sekä organisaation liiketoimintamalliin (Sommerville, 2004 ja Sawyer, 1997.) Sidosryhmä-analyysi, työryhmätyöskentely, aivoriihet, riskianalyysi sekä kyselyt ja haastattelut ovat tapoja, joita käytetään näiden tavoitteiden selvittämiseen (Lng et al., 2008 ja Lauesen, 2002).

## Kehittäminen

Tavoitteiden määrittelemisen yhteydessä esiintyvää problematiikkaa pyritään hallitsemaan löytämällä kaikille osapuolille yhteinen tapa ilmaista vaatimuksia. Vaatimusten kehittämisen (Elaboration) aikana aiemmissa vaiheissa kerättyä informaatiota jalostetaan ja laajennetaan laatimalla niistä erilaisia malleja, skenaarioita sekä analyysiluokkia. Näissä malleissa kuvataan kuinka loppukäyttäjä sekä muut sidosryhmät ovat vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa; attribootit, luokat, näiden väliset suhteet sekä yhteistyö määritellään, ja niiden perusteella tuotetaan kutakin luokkaa kuvaavia diagrammeja sekä kaavioita. Tämän vaiheen avulla vaatimukset pyritään esittämään niin, että eri osapuolet ymmärtävät ne samalla tavalla (Pressman, 2010.)

## Neuvottelu

Asiakkaiden vaatimukset eivät ole aina realistisia, eivätkä resurssit välttämättä riitä niiden toteuttamiseen. Ei ole myöskään tavatonta, että sidosryhmät, jotka osallistuvat järjestelmän kehittämiseen, esittävät ristiriitaisia ja toisiaan poissulkevia vaatimuksia toisiinsa nähden. Neuvottelu-vaiheessa (Negotiation) sovitellaankin näitä konflikteja, ja tehdään kompromisseja. Eri sidosryhmiä pyydetään ensin panemaan vaatimukset tärkeysjärjestykseen, ja tämän jälkeen keskustelemaan ristiriitaisuuksista. Tällaista iteratiivista lähestymistapaa käyttämällä vaatimukset muokataan siten, että jokainen osapuoli saavuttaa jonkinasteisen tyytyväisyyden (Pressman, 2010.)

## Määrittely

Määrittelyllä (Specification) voidaan tarkoittaa esimerkiksi dokumenttia, graafista mallia, kokoelmaa käytötapauskuvauksista tai prototyyppiä (Ling et al. 2008). Tavalisimmin määrittely on näiden yhdistelmä, mutta sen muoto elää kehitettävän järjestelmän ja sen laajuuden mukaan. Kaiken kaikkiaan määrittely on aikaisempien vaiheiden lopputulos, jossa määritetyt vaatimukset on kirjattu ylös sellaiseen muotoon, josta järjestelmän eri sidosryhmät ymmärtävät ne. Vaatimusten esittäminen kirjallisena on tärkeää myös sopimuksen kannalta; riitatilanteissa nämä ovat avainasemassa, sillä kirjallisesti dokumentoitujen vaatimusten avulla järjestelmän toimittaja sekä tilaaja pystyvät todentamaan sen, mitä on sovittu toimitettavaksi (Pressman, 2010.) Vaatimusten dokumentointia varten on muodostettu myös erillisiä dokumenttipohjia (Wiegiers, 2003).

## Validointi

Validoinnin (Validation) avulla varmistetaan, että kaikki järjestelmän vaatimukset on esitetty yksiselitteisesti, ja että niihin liittyvät virheet ja ristiriidat on korjattu (Pressman, 2010). Validoinnin apuna käytetään usein tarkistuslistoja, joihin kuuluu muun muassa vaatimusten kelpoisuuden (sidosryhmät hyväksyvät vaatimukset), johdonmukaisuuden (vaatimukset eivät ole ristiriidassa keskenään), kattavuuden (vaatimukset kattavat järjestelmän toiminnallisuudet), realistisuuden (vaatimukset ovat toteutettavissa olemassa olevilla tekniikoilla ja resursseilla) sekä todistettavuuden (toteutettavat vaatimukset on kirjattu ylös, jolloin sekä tilaaja että toteuttaja tietävät mitä ollaan tekemässä) tutkiminen (Sommerville, 2004.)

Validointi toteutetaan yleensä katselmointina, johon osallistuvat ohjelmistokehittäjien lisäksi tilaaja, loppukäyttäjät sekä muut sidosryhmät. Katselmoinnissa pyritään löytämään mahdollisia puuttuvia vaatimuksia, ristiriitaisuuksia vaatimusten välillä sekä epäjohdonmukaisuuksia. Katseloimmin avulla pyritään tuottamaan kaikille osapuolille yhteneväinen käsitys järjestelmän toteutuksesta sekä sen toiminnoista (Pressman, 2010.) Myös prototyyppien laatimiset sekä testitapausgeneroinnit ovat yleisiä validointitekniikoita (Sommerville, 2004).

Vaatimusten validointi voidaan tehdä tarkistelemalla vaatimuksia tiettyjä ominaisuuksia vasten erityyppisten tarkistuslistojen avulla. Wiegiers (2003) on määritellyt muutamia ominaisuuksia, joita hyvältä vaatimukselta vaaditaan. Tarkistuslista tulee määritellä kunkin organisaation sekä kehitettävän järjestelmän mukaan, sillä järjestelmille esitettävät vaatimukset eroavat toisistaan jo toimintaympäristön ja -organisaation myötä. Muutamia hyvien vaatimusten ominaisuuksia kuvauksineen on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Hyvän vaatimuksen ominaisuuksia (Wiegers, 2003).

Ominaisuus	Kuvaus
Toteutettavuus	Vaatus on toteuttamiskelpoinen ja sen täytyy olla toteutettavissa järjestelmän tiedossa olevien rajoitusten puitteissa.
Tarpeellisuus	Vaatus vastaa asiakkaan todellisia vaatimuksia tai pakollisia ulkoisen järjestelmän asettamia vaatimuksia ja standardeja.
Täydellisyys	Vaatus ilmaisee kokonaisen ajatuksen. Sen täytyy sisältää kaikki tarvittava tieto, jotta järjestelmän kehittäjä voi suunnitella sekä toteuttaa sen mitä vaatimus esittää.
Virheettömyys	Vaatus on teknisesti sekä laillisesti mahdollinen ja sen täytyy kuvata täsmällisesti rakennettava toiminnallisuus. Vaatus ei ole ristiriidassa toisen vaatimuksen kanssa.
Selkeys	Vaatus voi olla tulkittavissa vain yhdellä tavalla, ja se on kirjoitettu selkeästi ja ymmärrettävästi.
Todistettavuus / Jäljitettävyys	Vaatus on jäljitettävissä ylemmän tason vaatimukseen, esimerkiksi käyttötapaus-kuvaukseen, ja se on ainutlaatuinen.

### Vaatimusten hallinta

Järjestelmän vaatimusmäärittelyn yhteydessä asetetut vaatimukset tulevat muuttumaan järjestelmän kehittämisen, sekä sen elinkaaren aikana; löydetään uusia toimintoja, joita halutaan lisätä järjestelmään, tai halutaan muuttaa jo määriteltyjä tai toteutettuja toimintoja vastaamaan paremmin järjestelmän käyttötarkoitusta (Pressman, 2010 ja Sommerville, 2004.) Muutokset johtuvat yleensä toimintaympäristön muuttumisesta tai uudesta tarkastelunäkökulmasta (Sommerville, 2004).

Vaatimusten hallinnalla (Requirements management) tarkoitetaan työkaluja ohjelmistonkehittäjille järjestelmän vaatimusten ja muutosten kontrolloimiseen, tunnistamiseen sekä seuraamiseen. Tavallisimpia työkaluja ovat muun muassa versionhallinta, vaatimusten jäljittäminen (*requirements tracing*) sekä konfiguraation hallinta (*configuration management*), joiden avulla vaatimukset pyritään linkittämään niiden esittäjiin ja järjestelmän toimintoihin, sekä näkemään muutosten vaikutukset koko järjestelmän ja sen sidosryhmien osalta (Ling et al., 2008 ja Pressman, 2010.)

### Vaatimusten laatijalta vaadittavat taidot

Vaatimusten laatijalta vaaditaan paljon erilaisia taitoja sekä ominaisuuksia. Vaatimusten laatijan tulee ymmärtää sekä järjestelmän rakentajia että vaatimusten asettajia, eli tilaajaa ja loppukäyttäjiä. Vaatimusten laatijan keskeisimmät taidot ovat kuunteleminen, ymmärtäminen ja soveltaminen (Robertson & Robertson, 2006.) Myös organisointiin, kirjoittamiseen, havainnointiin ja mallintamiseen liittyvät taidot ovat



tärkeitä, luovuutta unohtamatta. Onkin sanottu, että vaatimusten laatijoiksi kasve-  
taan, sillä siihen vaadittuja taitoja ei voi oppia vain koulussa (Wiegers, 2003.)

Vaatimusten laatijan tulee pystyä kuuntelemaan, mitä hänelle sanotaan sekä ymmär-  
tämään sanojen takana olevat perimmäiset tarkoitukset. Vaatimusten laatijan tulee  
kyetä mallintamaan prosesseja, aktiviteetteja sekä tiloja useista eri näkökulmista  
useilla eri tavoilla. Hyvä vaatimusten laatija ei yritä toteuttaa kaikkia vaatimuksia,  
vaan poimia rivien välistä ne, jotka ovat tärkeimmät järjestelmän käyttäjien kannalta.  
Kun vaatimusten laatija ymmärtää toimintaympäristöä, johon järjestelmää ollaan  
suunnittelemassa, hän pystyy havaitsemaan ja toteuttamaan sellaisia vaatimuksia,  
joiden avulla järjestelmästä voidaan tehdä entistä parempi. Vaatimusten laatijan tu-  
lee myös pystyä erottamaan toisistaan eriävät ja ristiriidassa olevat vaatimukset, sekä  
laatimaan ratkaisu, jonka kaikki osapuolet hyväksyvät. Jotta eri osapuolet ymmärtäi-  
sivät vaatimuksia, vaatimusten laatijan tulee kyetä kirjoittamaan ne selkeästi ja ku-  
vaamaan ne kokonaisuuksina. Vaatimusten laatijan tulee saada toimimaan eri sidos-  
ryhmät yhtenä tiiminä, jolla on sama päämäärä. Ihmisten ja keskustelun johtaminen  
sekä organisoiminen korostuvat erilaisissa työpajoissa, joissa eri sidosryhmät ko-  
koontuvat kertomaan omista vaatimuksistaan järjestelmään liittyen (Robertson &  
Robertson, 2006 ja Wiegers, 2003.)

## 4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät esitellään luvussa neljä. Tutkimuksessa on kyse laadullisesta tutkimuksesta, jonka teoriaa, lähtökohtia sekä toteuttamiseen liittyviä asioita on määritelty luvussa 4.1 kuten teemahaastattelu, jonka avulla tutkimuksen aineisto kerättiin, ja tapaustutkimus, joka toimii tutkimuksen lähestymistapana. Luvussa 4.2 on esitelty DESMET-menetelmä sekä kvalitatiivinen ominaisuusanalyysi, joita käytettiin tutkimuksen toteutuksessa järjestelmien arvioinnin apuvälineinä.

### 4.1 Laadullinen tutkimus

Laadullisen tutkimuksen malli tulee humanistisista tieteistä ja hermeneuttisesta tutkimusotteesta. Laadullinen tutkimus pyrkiikin kontekstuaalisuuteen, tulkintaan sekä toimijoiden näkökulman ymmärtämiseen, ja se tutkii enemmän merkityksiä kuin käyttäytymistä (Hirsijärvi & Hurme, 2000). Laadullinen tutkimus on luonteeltaan empiiristä, ja siinä on kyse empiirisen analyysin tavasta tarkastella havaintoaineistoa, aineiston keräämis- ja analyysimetodeja sekä argumentoida näitä (Tuomi & Sarajärvi, 2002.) Empiirisellä tutkimuksella tarkoitetaan yleisesti tutkimusta, jossa havaintoaineisto on kerätty erilaisten menetelmien ja apuvälineiden avulla. Laadulliselle aineistolle ominaista onkin kerätyn aineiston rikkaus, monitasoisuus ja kompleksisuus (Alasuutari, 1993). Teoria ei myöskään ole laadullisesta tutkimuksesta irrallaan, vaan se ohjaa voimakkaasti tutkimuksen empiiristä osuutta. Laadullisen tutkijan päämääränä on ymmärtää yksilön käyttäytymistä ja kokemuksia, ja näin lisätä tietoa tutkittavasta ilmiöstä (Soininen, 1995.) Laadullisesta tutkimuksesta on huomioitava se, että kvalitatiivisen strategian mukaan tutkija on vuorovaikutuksessa tutkittavan kohteen kanssa, jolloin tutkija on mukana luomassa tutkimaansa kohdetta; ominaista on, että tutkija osallistuu tiedonkeruuseen henkilökohtaisesti ja pyrkii empaattiseen ymmärtämiseen (Hirsijärvi & Hurme, 2000).

Pohjan laadulliselle tutkimukselle luo sen teoreettinen viitekehys. Alasuutarin (1993) määritelmän mukaan teoreettinen viitekehys on eksplisiittisesti määritelty näkökulma, josta havaintoja tarkastellaan. Soinisen (1995) mukaan teoreettisella viitekehyksellä tarkoitetaan yleisesti perehtymistä tutkittavaan aiheeseen. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuksen keskipisteenä on aineiston keruu sekä sen pohjalta havaintojen ja tutkimustulosten analysoiminen. Aineistossa olevat havainnot erotetaan tutkimuksen tuloksista tutkimusmetodien avulla. Menetelmät koostuvat niistä toiminnoista, joiden avulla tutkija tuottaa havaintoja, sekä niistä säännöistä, joiden mukaan näitä havaintoja voi muokata ja tulkita. Laadullisessa tutkimuksessa näiden metodien sekä teoreettisen viitekehyksen tulee olla sopusoinnussa keskenään; jos halutaan tutkia suomalaisten mielipidettä johonkin ilmiöön, tulokset eivät voi pohjautua pieneen joukkoon yksilöhaastatteluja. Laadullisessa tutkimuksessa ongelmaksi muodostuu tutkimukselle luonteenomainen tapa käänellä ja katsella ilmiötä monelta eri kantilta. Tämän ongelman ratkaisemiseksi laadullisessa tutkimuksessa aineistoa kerätäänkin monipuolisesti, jotta aineiston luonne ei rajaisi näkökulman valintaa, vaan tutkittavaa ilmiötä on mahdollista tarkastella mahdollisimman laajasti (Alasuutari, 1993.) Laadulliselle tutkimukselle ominaista on myös hypoteesittomuus; kun tutkimuskysymykset on asetettu, tutkijalla ei ole ennako-olettamusta tutkimuksen lopputuloksesta tai tutkimuskohteesta. Tämän vuoksi laadulliseen tutkimukseen kuuluu tutkijan yllättyminen tutkimuksen aikana, sekä uuden oppiminen (Eskola & Suoranta, 1998.)

Laadullisen tutkimuksen tulosten luotettavuudesta sekä arvioimisesta on käyty paljon keskustelua. Laadullisessa tutkimuksessa tutkija itse on keskeinen tutkimusväline sekä luotettavuuden kriteeri, minkä vuoksi laadullisia tutkimusmenetelmiä onkin kritisoitu luotettavuuskriteerien hämäryydestä. Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden mittaamiseen ei ole olemassa yhtä yksiselitteistä, yleisesti käytettyä tapaa. Eskola ja Suoranta (1998) määrittelevät neljä luotettavuuden kriteeriä; uskottavuus (vastaako tutkijan sekä tutkittavien käsitteet ja tulkinnat toisiaan), siirrettävyys (voidaanko tuloksia yleistää koskemaan muita ilmiöitä), varmuus (tutkimuksessa otetaan huomioon ennustamattomasti vaikuttavat ennakkoehdot) sekä vahvistuvuus (tulkinnat saavat tukea muista vastaavia ilmiöitä tarkastelleista tutkimuksista). Hirsijärven, Remeksen ja Sajavaaran (2000) sekä Tuomen ja Sarajärven (2002) mukaan reliabiliteetti (mittaustulosten toistettavuus) sekä valideetti (tutkimusmenetelmän kyky mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata) ovat tutkimuksen luotettavuuden perusta. Tutkimuksen luotettavuutta nostavat myös tarkka selostus tutkimuksen toteuttamisesta, useiden tutkimusmenetelmien yhteiskäyttö sekä kuvaus siitä, mihin tulokset perustuvat (Hirsijärvi et al, 2000.)

### Teemahaastattelu

Laadullisen tutkimuksen aineiston keruumenetelmänä käytetään usein haastatteluja. Haastattelujen etuna tutkimusaineiston keräämisessä on niiden joustavuus sekä se, että haastatteluissa on mahdollista käydä keskustelua haastateltavan ja haastattelijan välillä; haastattelijan tehtävänä on välittää kuvaa haastateltavan ajatuksista, käsityksistä, kokemuksista ja tunteista (Hirsijärvi & Hurme, 2000). Haastatteluissa on mahdollista saada suuri määrän tietoa halutusta asiasta lyhyessä ajassa. Tyypillistä on, että haastateltavalle annetaan haastattelukysymykset tai -aiheet tutustuttavaksi ennen haastattelua, esimerkiksi haastatteluajan sopimisen yhteydessä (Soininen, 1995). Näin ihmiset, jotka eivät tiedä haastateltavasta aiheesta tarpeeksi, eivät lupaudu tutkimukseen, vaan tutkimuksessa haastatellaan ihmisiä, joiden mielipiteillä sekä näkökulmilla ja tietämyksellä uskotaan olevan hyötyä tutkimukselle (Tuomi & Sarajärvi, 2002.)

Teemahaastattelu, eli puolistrukturoitu haastattelu, perustuu oletukseen, jonka mukaan kaikkia yksilön kokemuksia, ajatuksia, uskomuksia ja tunteita voidaan tutkia, ja sen avulla haastateltavien elämysmaailmaa sekä heidän määritelmiään tilanteista voidaan korostaa. Teemahaastattelussa ihmisten tulkinnat asioista sekä heidän asioille antamansa merkitykset ovat keskeisiä, sillä merkitykset syntyvät vuorovaikutuksesta. (Hirsijärvi & Hurme, 2000.) Teemahaastattelussa haastattelut tehdään ennalta määriteltyjen teema-alueiden ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten mukaisesti. Teemahaastattelu sisältää sekä strukturoituja kysymyksiä että avoimia keskusteluteemoja (Järvinen & Järvinen, 2004). Teemahaastattelun yhdenmukaisuuden asteen vaihteluväli on laaja; tutkimuksesta riippuen päätetään, esitetäänkö haastateltaville kysymykset tietyssä järjestyksessä, vai annetaanko haastattelun elää haastateltavan sekä tilanteen mukaisesti. Teemahaastattelun teemat perustuvat tutkimuksen viitekehykseen, eli tutkittavasta ilmiöstä tiedettyyn teoriaan. Teemahaastattelun edellytyksenä on, että haastateltavilla on tietoa tutkittavasta ilmiöstä, ja että he ovat osaltaan ilmiön asiantuntijoita; muuten ei voida olettaa, että vastaukset olisivat teemoihin liittyviä. Yleisesti teemahaastattelussa korostetaan ihmisten tulkintoja tutkittavista asioista. (Tuomi & Sarajärvi, 2002.)

## Tapaustutkimus

Laadullisessa tutkimuksessa voidaan keskittyä tietyn tapauksen tai ilmiön tutkimiseen, jolloin puhutaan tapaustutkimuksesta. Tapaustutkimukselle tyypillistä on tapauksen arvioiminen tai kuvaileminen, sekä syy-seuraussuhteiden selittäminen. Yinin (1994) mukaan ”Tapaustutkimus on empiirinen tutkimusote, joka tutkii tämän päivän ilmiötä sen todellisessa kontekstissa, kun ilmiön ja kontekstin rajapinta ei ole selkeä, ja jossa käytetään monia evidenssin lähteitä”. Tutkimuksen suunnitteleminen parantaa tapaustutkimuksen arvoa, ja sen tuleekin lähteä liikkeelle määrittelemällä alustavia, tutkittavia kysymyksiä ja päätyä vastaamaan näihin kysymyksiin (Järvinen & Järvinen, 2004).

Tiedonkeruu on tapaustutkimuksessa avainasemassa. Tutkijan tulee hallita tapaustutkimusaiheensa äärettömän hyvin, sillä tutkijan tulee pystyä esittämään tapausta kuvailevia kysymyksiä sekä tulkitsemaan vastauksia tutkimuksen aikana. Tutkijan pitää myös osata ns. lukea rivien välistä ja olla hyvä kuuntelija. Tapaustutkimuksen luonteesta johtuen tutkimuskohde ei välttämättä käyttäydy aina oletetulla tavalla, jolloin tutkijalta vaaditaan kykyä sopeutumaan ja muuttamaan tiedonkeruusuunnitelmaa ilman että tutkija poikkeaa aiheesta. Tietoja siis tulkitaan samaan aikaan kun niitä kerätään ja tallennetaan. Tämä auttaa osaltaan tiedonkeruun tavoitteiden saavuttamista, kun tutkijan tietämys aiheesta kasvaa tutkimuksen aikana. Tapaustutkimukseen kuuluu myös vastakkaisten sekä ristiriitaisten tietojen tunnistaminen (Järvinen & Järvinen, 2004). Ennen varsinaisen tapaustutkimuksen suorittamista tutkimuksen tekemistä voi harjoitella toteuttamalla kokeilutapauksen, jonka avulla voidaan tarkastella sekä sisällöllisiä kysymyksiä että metodologisia ongelmia. Kokeilutapaus suoritetaan kuten varsinainenkin tapaustutkimus, mutta sen raportti opituista asioista on suunnattu vain työhön osallistuvalle tutkijaryhmälle (Yin, 1994.)

Tapaustutkimuksessa kerätään tietoa sekä näyttöä dokumenteista, arkistoista, haastatteluista tai vapaan havainnoinnin, osallistuvan havainnoin avulla sekä fyysisten artefaktien avulla. Yinin tiedonkeruun periaatteiden mukaan tapaustutkimuksessa tulee käyttää useita eri lähteitä jotta tapausta voidaan tarkastella mahdollisimman monesta eri näkökulmasta; siten että ristiriitaisetkin väitteet saadaan esiin. Myös aineiston kerääminen ns. tietokantaan, joka koostuu raakatiedosta, tutkijan kirjoittamista tutkimusraporteista sekä muistiinpanoista, on perusteltua tapaustutkimuksessa. Jotta jokainen tutkimuksessa löydetty tulos voidaan perustella, tulee tutkija ylläpitää perusteluketjua, jonka avulla voidaan rakentaa yhteys tutkimustuloksen sekä tutkimusongelman ja sen kysymysten välillä (Yin, 1994.)

## 4.2 DESMET-menetelmä

*”DESMET will give you useful information, show you some interesting examples and ask some interesting questions you might not have thought of yourself, but whether they stimulate you to produce valuable questions depends on your native wit.”* (Kitchenham et al. 1997.)

Tutkimuksissa, joissa vertaillaan eri ohjelmistoja, metodeja tai työkaluja keskenään, on teknisten ongelmien lisäksi havaittu myös yhteiskunnallisia sekä johtamisen (managerial factor) haasteita, jotka johtavat tutkimustulosten puolueellisuuteen. DESMET tarjoaa tähän ratkaisun, sillä se antaa ohjelmistojen vertailemiseen ja arviointiin uusia, puolueettomia näkökulmia, jolloin ohjelmistoja voidaan tarkastella objektiiv-

sesti käyttäjien vaatimukset huomioon ottaen. DESMET-menetelmällä on rajatut käyttömahdollisuudet tutkimuksissa, joissa halutaan tutkia usean työkalun yhtäaikaista käytön vaikutuksia organisaatiossa. DESMET-menetelmän käyttö ei ole järkevää tutkimuksissa, joissa tutkija haluaa käyttää eri metodeja ja työkaluja keskenään tai organisaation kehitysprosessi ei ole kontrolloitua (Kitchenham, 1996.)

### **Kvalitatiivinen ominaisuusanalyysi**

Oikean DESMET-menetelmän valinta on haastavaa, sillä arvioinnin tavoitteet, arvioitavien ohjelmistojen ominaisuudet, arvioinnin tekevän organisaation ominaisuudet sekä arviointitapahtuman rajoitteet vaikuttavat toisiinsa. DESMET-menetelmässä arviointimetodin valitsemisessa kiinnitetään huomiota seuraaviin osa-alueisiin:

- arviointikonteksti
- arvioitavan kohteen käytöstä aiheutuvan vaikutuksen luonne
- arvioitavan kohteen luonne
- arvioitavan kohteen vaikutuksen laajuus
- arvioitavan kohteen kypsyysaste
- arvioitavaan kohteeseen liittyvä oppimiskynnys
- arvioivan organisaation mittauskyky (Kitchenham et al. 1997.)

DESMET-menetelmään liittyen on tunnistettu kolme arviointityyppiä: kvantitatiivinen, kvalitatiivinen ja hybridi, joka on kahden edellisen sekoitus. Kvantitatiivinen arviointityyppi mittaa tutkittavan työkalun vaikutuksia, kun taas kvalitatiivinen määrittelee työkalun soveltuvuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen. Työkalun kvalitatiivinen lähestymistapa soveltuu tähän tutkimukseen paremmin, sillä tutkimuksessa yritetään selvittää työkalujen sopivuutta sähköiseksi tiedonkeruujärjestelmäksi mm. käyttäjien määrittelemien vaatimusten pohjalta. DESMET-arvioinnissa soveltuvuutta arvioidaan myös työkalun toimittajan ominaisuuksien sekä työkalun käytön oppimisen ja koulutuksen saatavuuden näkökulmasta (Kitchenham et al. 1997.)

Tutkimuksessa käytetään arviointimenetelmänä kvalitatiivista ominaisuusanalyysiä, sillä siinä ohjelmistoja arvioidaan ominaisuuksien perusteella, ja sen mukaan voidaan määritellä ohjelmiston soveltuvuutta haluttuun käyttötarkoitukseen käyttäjien asettamiin vaatimuksiin perustuen. Ominaisuusanalyysin voi toteuttaa yksi ihminen, joka tunnistaa ohjelmistolle asetetut ominaisuudet käyttäjien vaatimusten perusteella sekä määrittelee ohjelmiston soveltuvuuden joko kirjallisuuteen tai testaukseen perustuen (Glynn & Strooper, 2006.)

Ominaisuusanalyysi tunnistaa käyttäjien asettamia vaatimuksia ohjelmistolle, yhdistelee vaatimukset ominaisuuksiksi ja tutkii, kuinka hyvin nämä ominaisuudet on toteutettu kussakin ohjelmistossa pisteytysjärjestelmän avulla (Kitchenham 1996). Ominaisuusanalyysi auttaa selvittämään työkalujen tärkeitä ominaisuuksia ottaen huomioon organisaation toimintaympäristön. Se auttaa myös tunnistamaan eroja työkalujen välillä, ja tarjoaa perustelut päätöksenteon tueksi, mm. tiedon siitä, soveltuuko ohjelmisto sen käyttötarkoitukseen, onko yrityksellä siihen varaa ja millaisia epäkohtia sekä toisaalta lisäarvotekijöitä siitä löytyy (Kitchenham et al. 1997).

Ominaisuusanalyysin tekemisessä tehdään seuraavat toimenpiteet:

1. Vertailtavien ohjelmistojen valinta
2. Vaadittujen, arvioitavien ominaisuuksien löytäminen
3. Ominaisuuksien priorisoiminen käyttäjien vaatimukset huomioon ottaen
4. Tutkimuksen luotettavuuden määrittäminen ja tarkkuuden, jotka tutkimuksessa noudatetaan, päättäminen
5. Pisteytysmallin luominen, jota käytetään ominaisuuksia arvioitaessa
6. Tehtävien kohdistaminen, jotta ohjelmistojen vertailu voidaan toteuttaa
7. Vertailun suorittaminen; arvioidaan kuinka hyvin ohjelmistot vastaavat näille annettuja vaatimuksia
8. Tulosten analysoiminen ja tulkitseminen
9. Tulosten esitleminen.

Ominaisuuksia, joita ohjelmistoilta arvioidaan, voivat olla mm. taloudelliset seikat, ohjelmiston kypsyys, luotettavuus, käytettävyys, tehokkuus sekä ylläpidettävyys (Kitchenham et al. 1997). Ohjelmistoja vertaillaan suorittamalla eksperimentaalinen koe ohjelmistotoimittajien haastattelujen pohjalta, jossa testataan, kuinka hyvin ohjelmistot vastaavat niiltä vaadittuja ominaisuuksia (Kitchenham, 1996).

## 5 Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmä

Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksen ympäristö ja siihen kuuluvat sidosryhmät. Myös kuvaus tutkimuksen vaatimusmäärittelyjen laatimisesta sekä vaatimusmäärittelyt on esitelty tässä luvussa. Sidosryhmät ja niiden nykytilat kuvaillaan luvussa 5.1, ja Liikenneviraston sekä rautatieosaston tavoitetilat luvussa 5.2. Teemahaastattelun käyttöä tutkimuksessa kuvaillaan luvussa 5.3, ja näiden haastattelujen tulokset esitellään luvussa 5.4. Luku 5.5 käsittelee haastattelujen pohjalta muodostettuja vaatimuksia, ja luvussa 5.6. löytyvät vaatimusten kuvaukset ja yhteenveto. Viimeisessä luvussa on kuvaus turvallisuuspoikkeaman käsittelystä sekä käytötapaus poikkeaman käsittelyn vaiheista.

### 5.1 Sidosryhmät ja niiden nykytila

Tutkimuksen tekohetkellä Liikennevirasto oli jaettu tie-, rautatie- ja meriosastoihin. Samaan aikaan oli käynnissä organisaatiouudistus, jonka myötä tie-, rautatie- ja meriosastot yhdistyivät liikennemuodosta riippumattomiksi osastoiksi. Tutkimuksen lähtökohtana tarkasteltiin tutkimuksen tekohetkellä olevaa nykytilannetta, jonka mukaan osastot oli vielä jaettu liikennemuotojen perusteella (LiVi, 2010.)

Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän kehittämisessä huomioon otettavat rautatieosaston sidosryhmät ovat Liikenneviraston muut osastot (tie- ja meriosasto), TraFi, rakennuttajan edustajat sekä urakoitsijat. Liikenneviraston muut osastot tulee ottaa huomioon järjestelmän jatkokehitystä ajatellen, sillä organisaatiomuutoksen myötä Liikenneviraston tavoitteena on kehittää kaikkia liikennemuotoja palvelevia yhtenäisiä tietojärjestelmiä yksittäiseen liikennemuotoon keskittyvien järjestelmien sijaan.

Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi määrittelee lakeja ja asetuksia, jotka koskevat turvallisuustiedon keruuta. Turvallisuustiedon keruu perustuu TraFin asettamille raportoinnin vaatimuksille, jonka vuoksi ne tulee ottaa huomioon järjestelmän kehittämisessä. Rakennuttajat ja urakoitsijat tulevat olemaan järjestelmän loppukäyttäjiä, sillä tiedot poikkeamatahtumista syötetään järjestelmään työmaalla, eli siellä missä turvallisuuspoikkeamat sekä -poikkeamaepäilyt tapahtuvat.

#### Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi

Liikenteen turvallisuusvirasto TraFin päätehtävänä on vastata liikennejärjestelmän sääntely- ja valvontatehtävistä, kehittää aktiivisesti liikennejärjestelmän turvallisuutta. Lisäksi TraFin tehtäviin kuuluu liikenteen ympäristöystävällisyyden edistäminen. Liikenteen turvallisuusviraston tavoite on, että Suomen liikennejärjestelmän turvallisuus ja ympäristöystävällisyys ovat kansainvälistä huippuluokkaa (TraFi, 2010.)

TraFin yhtenä keskeisenä tehtävänä on valvoa ja kehittää rautatieturvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta sekä valmistella normeja. Virastossa työskentelee noin 34 rautatieturvallisuuden ammattilaista. Virasto myöntää rautatieyrityksille turvallisuustodistukset ja rautatiejärjestelmän osajärjestelmien käyttöönottoluvat ja ylläpitää rautatiekalustorekisteriä. Virasto toimii rautatiealan sääntelyelimenä.

Lisäksi virasto hoitaa rautatiehenkilöstön kelpoisuus- ja koulutusasioita. Virasto valvoo rautatiealalla toimijoiden toimintaedellytysten tasapuolisuutta ja syrjimättömyyttä ja ratkaisee mahdolliset riidat (TraFi, 2010.)

Euroopan unionin keskeisimmät onnettomuuksien tilastointia koskevat säädökset ovat Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2004/49/EY yhteisön rautateiden turvallisuudesta sekä Komission direktiivi 2004/149/EY edellä mainitun direktiivin muuttamisesta yhteisten turvallisuusindikaattoreiden ja onnettomuuskustannusten yhteisten laskentamenetelmien osalta. Tilastointia koskee myös Komission päätös 2009/460/EY Euroopan parlamentin ja Neuvoston direktiivin 2004/49/EY 6 artiklassa tarkoitetun yhteisen turvallisuusmenetelmän hyväksymisestä turvallisuustavoitteiden saavuttamisen arviointia varten sekä 2009/409/EY direktiivin 2004/49/EY 7 artiklassa tarkoitetuista yhteisistä turvallisuustavoitteista (Kallberg, 2010b.)

Näissä direktiiveissä määritellään mitä tilastotietoa rautatieliikenteen onnettomuuksista ja missä muodossa jäsenvaltioiden on toimitettava Euroopan Rautatievirasto ERA:lle. Suomesta tiedot ERA:lle toimittaa Trafi. Suomen rautatielain 27 §:ssä todetaan, että rautatiejärjestelmän vähimmäisturvallisuustaso määritellään rautatieturvallisuudirektiivin 7 artiklassa tarkoitetuissa yhteisissä turvallisuustavoitteissa. Trafilla on tarvittaessa muutettava rautatieturvallisuutta koskevat määräyksensä siten, että yhteiset turvallisuustavoitteet voidaan saavuttaa (Kallberg, 2010b.)

Muun muassa rautatietyritysten sekä Liikenneviraston on ilmoitettava kirjallisesti tietoonsa tulleista onnettomuuksista ja vaaratilanteista TraFille niin pian kuin mahdollista, kuitenkin viimeistään viiden päivän kuluessa siitä, kun tieto tapahtuneesta on saatu. TraFille ilmoitettavia tietoja ovat lyhyt kuvaus tapahtumasta, tiedot tapahtuman ajankohdasta ja paikasta, tapahtumatyypin, tapahtumaan osalliset, tapahtuman arvioitu välitön syy ja sen seuraukset, tapahtuman aiheuttamat vahingot sekä tapahtuman yhteyshenkilö (TraFi, 2010.)

Tutkimuksen tekohetkellä TraFi ei saanut tarvittavaa tietoa turvallisuuspoikkeamista, eikä tieto ollut reaaliaikaista. TraFi sai tietoja VR-Radan junaturvallisuusraporttien lisäksi tekstiviestipalvelun avulla Ratahallintokeskuksesta, jossa poikkeama on kuvattu muutamalla sanalla ("mitä tapahtui, missä ja mille"). Tiedon laadun, määrän ja reaaliaikaisuuden parantamiseksi Trafi laati Valtioneuvostona asetuksen (750/2006) muutoksen sekä Rautatielain uudistuksen. Ilmoitusvelvollisuudesta on määrätty Valtioneuvoston asetuksessa rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta (750/2006), jonka muutos (864/2010) tuli voimaan 15.10.2010 (TraFi, 2010.)

### **Liikennevirasto**

Liikennevirasto on liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva virasto, joka vastaa liikenteen palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä valtion hallinnoimilla liikenneväylillä. Liikennevirastoon yhdistyivät 1.1.2010 Merenkululaitoksen väylätoiminnot, Ratahallintokeskus sekä Tiehallinnon keskushallinto. Liikennevirasto jatkautui tutkimuksen tekohetkellä tie-, rautatie- ja meriosastoihin. Liikennevirasto edistää toiminnallaan koko liikennejärjestelmän toimivuutta, liikenteen turvallisuutta, alueiden tasapainoista kehitystä ja kestävästä kehittämisestä.

Liikenneviraston tehtäviä ovat mm. liikennejärjestelmän kehittäminen ja ylläpitäminen yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa, valtion tie- ja rataverkosta sekä Liiken-



neviraston hallinnoimista vesiväylistä vastaaminen, niihin kohdistuvien toimien yhteensovittaminen sekä vesiväylänpidon ohjaaminen ja valvominen koko maassa. Liikennevirasto vastaa merkittävien tiehankkeiden toteuttamisesta sekä rantojen ja vesiväylien suunnittelusta, ylläpidosta ja rakentamisesta sekä Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten toiminnallisesta ohjauksesta tienpidon alueella. Lisäksi Liikennevirasto huolehtii liikenteen hallinnasta ja sen kehittämisestä valtion liikenneväylillä ja meriliikenteessä ja kehittää sekä edistää liikenteen palveluja ja niiden markkinoiden toimivuutta. Yhtenä tärkeänä tehtävänä on myös liikennejärjestelmän toimivuudesta huolehtiminen poikkeusoloissa ja häiriötilanteissa (LiVi, 2010.)

Tutkimuksen tekohetkellä Liikennevirasto ei ylläpitänyt rautatieliikenteen onnettomuustilastoa, vaan se seurasi rautateiden turvallisuuden kehitystä laatimalla turvallisuusraportin eri tahoilta (VR-Radan junaturvallisuusraportti, Rautaliikennekeskus, urakoitsijat) saatujen tietojen avulla. Raportit sisältävät lyhyet kuvaukset muun muassa ratatyömaiden työtapaturmista sekä muista rautateiden turvallisuuteen kohdistuvista onnettomuuksista (Kallberg, 2010b.)

### **Rautatieosasto**

Rautatieosasto vastaa valtion rataverkon kehittämisestä, rakentamisesta, kunnossapidosta sekä rautatieliikenteen hallinnasta. Rautatieosasto päättää rataverkon käytöstä myöntämällä rautatieyrityksille ratakapasiteettia sekä valvoo ja ohjaa rautatieliikenteen sujumista huolehtimalla rautatieliikenteenohjauksesta. Osasto vastaa myös rataverkon turvallisuudesta (LiVi, 2010.)

Liikenneviraston rautatieosaston investointi- ja kunnossapitohankkeilla on kerätty ja seurattu vuodesta 2008 lähtien työtapaturmien ja työntekijöihin kohdistuneiden vaaratilanteiden, rautatieliikenteelle kohdistuneiden onnettomuuksien, vahinkojen ja vaaratilanteiden sekä muiden vaaratilanteiden, häiriöiden, onnettomuuksien ja ympäristövahinkojen turvallisuuspoikkeamatietoja. Vuosina 2008–2009 turvallisuuspoikkeamatietoja kerättiin vain tietyiltä hankkeilta, mutta vuonna 2010 tehdyn periaatepäätöksen mukaan turvallisuuspoikkeamatietoja kerätään jatkossa kaikilta investointi- ja kunnossapitohankkeilta.

Rautatieosaston turvallisuustiedon kerääminen on toteutettu tähän saakka Excel-lomakkeilla. Lomakkeille on kerätty jokaisesta työtapaturmasta, vaaratilanteesta, junaturvallisuutta uhkaavasta vaarasta sekä muista ympäristöön kohdistuvista vaaratilanteista tapahtumasta aika, paikka, mahdollinen PORA-numero (VR-Radan poikkeamaraportin numero), asianosaisen työntekijän ammattinimike ja työnantaja, tilanteen tarkka kuvaus, meneillään olleen työtehtävän tapahtuman kuvaus, tapaturmasta aiheutuneiden vammojen kuvaus, työtapaturmista aiheutuneet poissaolot sekä vaaran tai tapaturman poistamiseksi tehtävät toimenpiteet.

Useimmissa hankkeissa lomakkeiden pohjalta on laadittu riskienhallintayhteenvedo tai turvallisuusraportti, joista näkyy mm. ilmoitetut tapaukset alueittain sekä hankkeittain, työtapaturmista aiheutuneet poissaolot, erilaiset tunnusluvut ja esimerkkejä tapahtuneista työtapaturmista ja läheltä piti-tilanteista seurauksineen ja toimenpiteineen.

Turvallisuustiedon keruun vaatimukset rautatiejärjestelmän turvallisuuden osalta on määritelty EU-lainsäädännössä sekä kansallisessa lainsäädännössä. Suomen osalta Rautatiesektorin turvallisuustiedon raportointia vaativa ja valvova viranomainen on

TraFi. Rautatieosasto raportoi turvallisuuspoikkeamatiedot TraFille tapahtuman sattua turvallisuusraporttien sekä turvallisuuskertomuksien kautta määräajoin.

### **Meriosasto**

Liikenneviraston meriosasto vastaa vesiväylänpidon, merikartoituksen ja meriliikenteen hallinnasta ja ohjauksesta sekä talvimerenkulun avustamisesta. Osaston tehtävänä on kauppamerenkulun ja muun vesiliikenteen perustoimintaedellytysten ylläpitäminen ja kehittäminen. Osasto vastaa myös vesiväylien turvallisuudesta (LiVi, 2010.)

Meriosastolla turvallisuuspoikkeamatietoja kerätään väylien rakennusurakoilta, ja ne käsitellään projektikohtaisesti eri sidosryhmien kesken. Meriosasto ei kerää turvallisuuspoikkeamatietoja systemaattisesti, vaan tiedonkeruun takana ovat urakoitsijat ja rakennuttajat, jotka keräävät turvallisuuspoikkeamatietoja omilta hankkeiltaan omien säännösten mukaisesti. Meriosasto on tekemisissä turvallisuustiedon kanssa työmaapalaverissa, joissa poikkeamat raportoidaan urakoitsijoiden sekä rakennuttajien määrittelemällä tavalla. Turvallisuustiedon keruuta ei ole määritelty lainsäädännössä, joten keruumenetelmät sekä raportointi on toteutettu sidosryhmien tarpeiden perusteella. Meriosastolla ei ole systemaattisia, ennalta määriteltyjä menetelmiä tai toimintatapoja turvallisuustiedon keruuta varten, eikä se tuota yhteenvetoraportteja turvallisuuspoikkeamista tie- ja rautatieosastojen tavoin.

### **Tieosasto ja ELY-keskukset**

Liikenneviraston tieosasto vastaa tienpidon tuloksellisuudesta yhdessä Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY) kanssa. Turvallisuustiedon keruu on aloitettu vuonna 2008 silloisen Tiehallinnon toimesta. Osasto vastaa tienpidon linjauksista, ohjauksesta ja kehittämisestä sekä toimintatapojen yhtenäisyydestä, sekä tieliikenteen liikennekeskustoiminnasta sekä suurten investointien hankinnasta (LiVi, 2010.)

ELY-keskuksia on 15 ja niihin on koottu entisten TE-keskusten, alueellisten ympäristökeskusten, Tiepiirien, lääninhallitusten liikenne- ja sivistysosaston sekä Merenkululaitoksen tehtäviä. Osa tehtävistä siirtyi samaan aikaan perustettuihin aluehallintovirastoihin (AVI). ELY-keskukset kuuluvat työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalaan. Keskuksia ohjaavat työ- ja elinkeinoministeriön lisäksi ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö/liikennevirasto, maa- ja metsätalousministeriö/maaseutuvirasto/ elintarviketurvallisuusvirasto, opetusministeriö ja sisäasiainministeriö (ELY, 2010.)

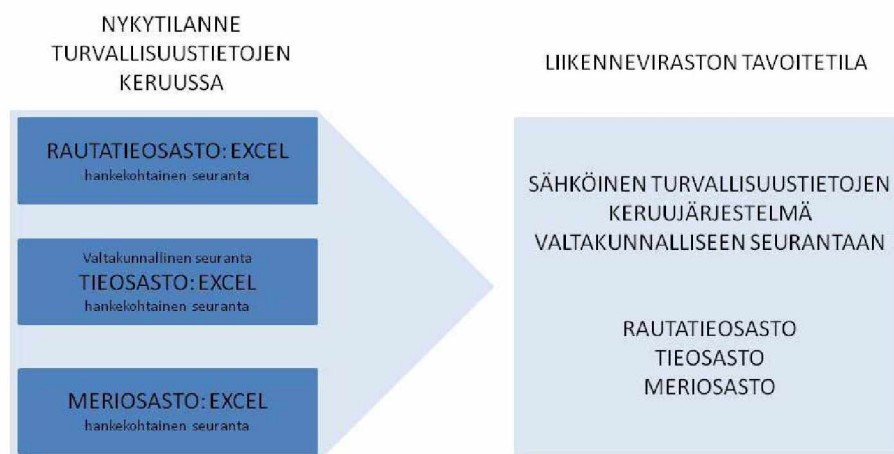
Tieosastolla ja ELY-keskusten liikennevastuualueen hankkeilla turvallisuustiedon keruu on toteutettu käsin täytettävillä Excel-lomakkeilla. Tietoja kerätään tietyö-, hoidon- sekä ylläpidon hankkeilta kaksi kertaa vuodessa, ja lomakkeita käsitellään keskimäärin 300 kappaletta yhdellä kerralla. Lomakkeilla kerättävät tiedot vastaavat rautatieosaston turvallisuuspoikkeamatietoja, ja ne käsitellään samalla tavalla. Tieosastolla kerätään investointi- ja kunnossapidon hankkeilta seuraavia turvallisuuspoikkeamatietoja: työtapaturmat, läheltä piti-tilanteet, tieturvallisuutta uhkaavat vaarat sekä muille tiellä liikkujiin ja ympäristöön kohdistuneet vaaratilanteet. Turvallisuustiedon keräämisen taustalla ei ole erillistä turvallisuusviranomaista, vaan se pohjautuu yhteispohjoismaiseen GNA-hankkeeseen, jossa muun muassa vertaillaan eri maiden rautatiehankkeiden turvallisuutta sekä analysoidaan turvallisuuden parantamisen keinoja (Selnes, 2007).

## 5.2 Liikenneviraston ja rautatieosaston tavoitetilat

Liikennevirastossa oli tutkimuksen tekohetkellä käynnissä organisaatiouudistus, joka astuu voimaan 1.1.2011. Uudistuksen tarkoituksena oli saattaa loppuun Liikenneviraston perustamisen yhteydessä asetettu liikennejärjestelmänäkökulma. Tämän tavoitteena on hyödyntää synergioita ja lisätä yhteistyötä eri liikennemuotojen välillä. Uudessa organisaatiossa irtauduttiin liikennemuotokohtaisista organisoinnista minkä johdosta Liikennevirasto jakautui viiteen toimialaan: liikennejärjestelmä-, investointi-, kunnossapito-, liikenteenhallinta- ja hallintotoimialoihin. Toimialat jakautuivat kukin osastoihin ja osastot yksiköihin (Livi, 2010.)

Liikenneviraston tavoitteena oli organisaatiomuutoksen myötä käytäntöjen ja menettelyjen samankaltaistaminen sekä yhdistäminen, johon myös turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän kehittäminen kuuluu. Tiedonkeruujärjestelmän taustalla on vaatimuksia tiedon tallentamiseen ja hallintaan sekä tiedon seurantaan liittyen eri toimijoiden toimesta. Tutkimuksen tekohetkellä turvallisuustiedon keruu oli järjestetty tie- ja rautatieosastolla käsin käsiteltävien Excel-lomakkeiden avulla, ja meriosastolla urakoitsijoiden sekä rakennuttajien toimesta. Rautatieosaston on kerättävä turvallisuuspoikkeamatietoja viranomaisen (TraFi) määräyksestä, mutta tie- ja meriosastolla ei ole lainsäädäntövaatimusta turvallisuustiedon keruun taustalla. Näin ollen TraFi määrittelee ainoastaan, miten ja millä tiheydellä turvallisuuspoikkeamatietoja raportoidaan rautatieosastolla.

Liikenneviraston tavoitteena onkin turvallisuustiedon keräämisen yhtenäistäminen ja samaan järjestelmään siirtäminen rautatie-, tie- ja meriosastojen osalta (Kuva 7), sekä raportoinnin yksinkertaistaminen ja nopeuttaminen. Myös urakoitsijan näkökulmasta raportoinnin tulisi olla yksinkertaisempaa ja sujuvampaa. Liikennevirasto haluaa yhtenäistää turvallisuustiedon raportoinnin eri osastojen välillä myös siksi, että turvallisuustiedon tarkasteleminen ja yhteenvetojen kerääminen onnistuisi tällöin yhden järjestelmän avulla. Liikenneviraston poikkeamienhallintajärjestelmän tulee myös saada tietoa eri osastojen turvallisuuspoikkeamatiedoista.



Kuva 7. Turvallisuustiedon nykytilan ja tavoitetilän kuvaus Liikenneviraston näkökulmasta

Liikenneviraston tavoitteena on saada yhtenäinen järjestelmä, joka edistää tiedonkulua ja tuo turvallisuuspoikkeamien ilmoittamiseen ja käsittelymiseen yhtenäisen toimintamallin. Eri osapuolten järjestelmien tulisi myös kommunikoida keskenään, jottei samoja tietoja tarvitse syöttää moneen järjestelmään useasti. Vaikka tutkimuksessa analysoidaan turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmää sekä sen vaatimuksia rautatieosaston näkökulmasta, siinä kerätään tietoa myös sekä meriosaston että tieosaston tiedonkeruun menetelmistä ja pohditaan näiden yhtenäistämistä ja tietojen välittämistä järjestelmien välillä. Liikennevirastolla oli tutkimuksen tekohtella käynnissä rautatieliikenteen liikenteenhallinnan tietojärjestelmien arkkitehtuurin kehittämisprojekti, jonka yhtenä osana kehitettiin poikkeamien hallintajärjestelmää (Lähesmaa & Rantonen, 2010). Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän tulisi toimia myös tämän järjestelmän lähdejärjestelmänä.

## 5.3 Teemahaastattelun käyttö tutkimuksessa

Haastattelut toteutettiin pääosin puhelimen välityksellä tehtävinä teemahaastatteluinä. Kaikkia haastatteluja ei voitu suorittaa kasvatusten aika- ja resurssirajoitusten vuoksi. Teemahaastattelu jakautui kolmeen osioon järjestelmän sidosryhmien (Liikenneviraston rautatieosasto, TraFi sekä urakoitsijat) mukaan. Jokaisella sidosryhmällä oli kolme erilaista teemaa, jotka käytiin haastatteluissa läpi. Rautatieosaston ja urakoitsijoiden teemat olivat turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän ominaisuudet, turvallisuustiedon raportointi ja turvallisuustiedon jatkokäsittely sekä kehittämismahdollisuudet. Haastattelujen pohjalta pohdittiin myös rakennuttajien ja urakoitsijoiden olemassa olevien järjestelmien ominaisuuksia sekä niiden kommunikointimahdollisuuksia kehitettävän järjestelmän kanssa. TraFin teemat käsittelivät turvallisuustiedon keruun vaatimuksia Rautatieosastolle. Liikenneviraston muiden osastojen edustajilta saatiin näkökulmia järjestelmän kehittämiseen koko Liikenneviraston näkökulmasta.

Tutkimuksessa haastateltiin yhteensä 11 henkilöä, joihin kuului TraFin ja Liikenneviraston edustajien lisäksi urakoitsijoita sekä rakennuttajia. Haastateltavat valittiin yhdessä tilaajan kanssa siten, että haastattelujen pohjalta voitaisiin saada mahdollisimman laaja-alainen näkökulma turvallisuuspoikkeamien keruujärjestelmän kehittämistä varten. Haastateltavien valintaan vaikuttivat heidän työnkuvansa sekä kokemus rautatiealalla ja työturvallisuuden parissa. Haastateltaviin kuuluivat Liikenneviraston rautatieosastolta rakennuttamisyksikön ylitarkastaja, kunnossapitoyksikön aluepäällikkö, liikenteenhallintayksikön aluepäällikkö sekä ylitarkastaja ja meriosaston väylätekniikan yksikön rakennusinsinööri. Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta haastatteluun osallistui yli-insinööri ja TraFilta haastateltiin Rautatieturvallisuusyksikön päällikköä ja johtavaa asiantuntijaa. Urakoitsijoiden ja rakennuttajien osalta haastateltiin Oy VR-Rata Ab:n turvallisuuspäällikköä ja turvallisuus- ja ympäristöpäällikköä sekä Pöyry CM Oy:n projektipäällikköä.

Rautatieosaston haastattelujen pohjalta laadittiin yhteistyössä työn tilaajan kanssa järjestelmän toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset. Toiminnallisia vaatimuksia ovat muun muassa millaista tietoa järjestelmään syötetään, millaista tietoa sieltä haetaan sekä mitä toiminnallisuuksia järjestelmässä tulee olla. Ei-toiminnallisiin määrittelyihin kuuluvat järjestelmän skaalautuvuus ja suorituskky: miten käyttöliittymä tulee suunnitella sekä millaisten ohjelmistojen kanssa järjestelmä tulee kommunikoida. TraFin puolesta esitetyt, lainsäädännölliset vaatimukset otettiin myös

huomioon järjestelmän lopullisissa vaatimuksissa. Muiden sidosryhmien näkökulmat kehitettävästä järjestelmästä toimivat viranomaisen päätöksenteon tukena. Haastattelujen pohjana käytetyt kyselylomakkeet ovat liitteenä 2.

## 5.4 Haastattelujen tulokset

### Rautatieosasto

Liikenneviraston rautatieosaston haastattelujen pohjalta muodostettiin luvussa 5.5 esitellyt vaatimukset järjestelmälle. Rautatieosaston haastatteluissa käytiin tarkemmin läpi kahdeksaa eri osa-aluetta, joille vaatimuksia esitettiin: tietojen syöttäminen, tapahtuman kohdistaminen, tapahtuman sekä korjaavien toimenpiteiden luokittelu, tapahtuman käsittely, järjestelmäintegraatio, muut toiminnallisuudet ja huomiot, raportointi sekä kehitys tulevaisuudessa.

Tapahtuman tietojen syöttämiseen eriteltiin kaksi tapaa: tapahtuman syöttää joko työmaan johtoon kuuluva henkilö tai vaihtoehtoisesti tapahtuman voi syöttää kuka tahansa rata-alueella työskentelevä henkilö. Lähtökohtana kuitenkin on, että kaikki poikkeama-epäilyt tulee kirjata järjestelmään, eikä mitään tietoja voi poistaa. Tapahtumasta kirjatut tiedot ovat samoja kuin tähänkin saakka, lisäksi mainittiin tapahtuman syöttäjän oma arvio tapahtuneeseen johtavista syistä. Ehdotettiin, että myös esimiehen ja poikkeamassa osallisena olleiden henkilöiden välisessä keskustelussa tulleet asiat (vireystila, terveyteen liittyvät asiat, työvuoron pituus jne.) tulee liittää tapahtumaan. Kun tapahtuma avataan, siihen syötetään tapahtuman perustiedot; tarkempi kuvaus ilmoitetaan tapahtumaan liitettävissä dokumenteissa. Henkilötietoja ei pidä ilmoittaa tapahtuman perustiedoissa yksityisyyden suojan vuoksi; jos henkilötiedot ovat välttämättömiä, ne ilmoitetaan tapahtumaan liitetyissä dokumenteissa, joihin vain asianosaisilla on lukuoikeus.

Tapahtuma kohdistetaan oikealle hankkeelle paikkatiedon/rataosan, hankkeen nimen, turvallisuuskoordinaattorin tai projektipäällikön perusteella. Kohdistamisen tarkistavat turvallisuuskoordinaattori, kunnossapitopäällikkö, projektipäällikkö tai investointipäällikkö. Haastateltavat ehdottivat, että projektien tiedot tulisivat järjestelmään Sampo-järjestelmän kautta, jolloin jokainen käynnissä oleva projekti löytyisi järjestelmästä. Jos rataosalla, jolla poikkeama tapahtui, toimii yhtä aikaisesti useita toimijoita, järjestelmän tulee lähettää tieto poikkeamasta kaikille rataosan turvallisuuskoordinaattoreille.

Tapahtuman luokittelun tulisi tapahtua järjestelmän sekä turvallisuuskoordinaattorin toimesta; tapahtuman syöttäjän syöttämien tietojen perusteella järjestelmä luokittelee tapahtuman automaattisesti, jonka jälkeen esimerkiksi turvallisuuskoordinaattori tarkistaa tapahtuman luokittelun ennen sen varsinaisen käsittelyn alkamista. Kun tapahtuma on luokiteltu, siitä tulee lähteä tieto turvallisuusjohtamisjärjestelmän organisaation jäsenille sekä projektin eri toimijoille tapahtuman vakavuuden mukaan. Jokaiselle luokalle tulee määritellä henkilöt, kenelle tieto tapahtumasta lähetetään. Luokittelua tulee pystyä muokkaamaan tapahtuman käsittelyn edetessä. Myös korjaavat toimenpiteet tulee pystyä luokittelemaan, jolloin voidaan seurata korjaavien toimenpiteiden toimivuutta pidemmällä aikavälillä. Korjaavat toimenpiteet määritellään tapahtuman käsittelyn aikana. Toimenpiteen toimeenpanija määräytyy toimenpiteen mukaan.

Tapahtuman käsittelyyn liittyen haastatteluissa ilmeni tarve tapahtuman tilojen luokittelulle. Tapahtumalla tulisi olla kolme eri tilaa, joiden perusteella sen etenemistä voidaan seurata. Tila on ”avattu”, kun se on syötetty järjestelmään. Tila on ”käsittelyssä” kun sen luokittelu on tarkistettu ja se on lähetetty käsiteltäväksi eri toimijoille. Tapahtuman tila muutetaan suljetuksi turvallisuuskoordinaattorin toimesta kun se on käsitelty. Tapahtumalle tulisi voida myös määritellä esimerkiksi tiettyjen henkilöiden tai tahojen kommentointivollisuus ennen kuin tila voidaan muuttaa suljetuksi. Lisäksi järjestelmään täytyy pystyä määrittelemään eri käyttäjäryhmiä, joille voidaan antaa luku- ja kommentointioikeuksia; esimerkiksi urakoitsijat voivat ainoastaan nähdä oman vastuualueensa poikkeamat.

Haastateltavat pohtivat paljon eri järjestelmien välistä integraatiota. Turvallisuustiedon keruujärjestelmän tulisi kommunikoida TraFin sekä eri rakennuttajien ja urakoitsijoiden järjestelmien kanssa, jolloin tietoja ei tarvitsisi syöttää kahdesti ja sama tieto on kaikilla osa-puolilla reaaliaikaisesti saatavilla. Järjestelmän täytyisi myös tarjota käyttöliittymä sellaisille toimijoille, joilla ei ole omaa sähköistä järjestelmää käytössä, jotta he voisivat tarkastella oman vastuualueensa poikkeamatietoja. Myös yhteys Sampo-järjestelmään projektitietojen siirtämisen kannalta täytyisi ottaa huomioon. Haastatteluissa kävi ilmi, että tiedonsiirto Liikenneviraston sisällä voidaan mahdollisesti toteuttaa Santra-viestinvälityspalvelimen kautta. Haastattelujen aikana pohdittiin myös yhteisen poikkeamienkeruujärjestelmän kehittämismahdollisuutta, johon kaikki osapuolet syöttäisivät tiedot kaikista poikkeamista, ei vain turvallisuuspoikkeamista.

Raportoinnin osalta ilmeni monenlaisia tarpeita; yhteenvetoa tarvitaan valtakunnallisesti, projektikohtaisesti, toimijakohtaisesti, aluekohtaisesti sekä poikkeamien luokien perusteella. Raportoinnin toivotaan olevan automaattista tiettyjen koontiraporttien osalta, mutta raportoinnin tulee myös olla koko ajan saatavilla, sekä käyttäjien tulee pystyä määrittelemään omia raporttipohjia tarvittaessa. Tapahtumien syiden, seurauksien sekä korjaavien toimenpiteiden ristiintaulukointi nostettiin tärkeäksi, jolloin korjaavien toimenpiteiden tehokkuutta voidaan arvioida.

Yleisesti järjestelmän toivotaan olevan luotettava ja toimintavarma. Käyttöliittymän tulisi olla selkeä sekä helppokäyttöinen. Haastateltavat toivoivat, että Liikennevirasto kehittäisi liikennemuodosta riippumattoman poikkeamien keruu- ja käsittelyjärjestelmän, joka olisi käytössä kaikilla toimialoilla. Poikkeamien syiden havainnollistamiseen toivottiin kaaviota, joka täytyisi automaattisesti järjestelmään syötettyjen tietojen perusteella. Tulevaisuudessa poikkeamien syöttäminen mobiilisti tulee olla myös mahdollista.

## **TraFi**

Turvallisuustiedon keruun vaatimukset rautatietoimialan osalta on määritelty EU-lainsäädännössä sekä kansallisessa lainsäädännössä. EU-lainsäädäntöön kuuluvat Euroopan parlamentin ja neuvoston antamat asetukset ja direktiivit, jotka kuuluvat ns. Rautatiepaketteihin sekä komission asetukset ja päätökset. Kansallinen lainsäädäntö koostuu Kansallisista turvallisuussäännöistä (NSR), Rautatielaista, Ratalaista sekä muista keskeisistä säädöksistä. Myös Rautatiet Säädoskirja 2010-teoksessa on määritelty turvallisuustiedon keruuseen liittyviä asetuksia. Suomen osalta tiedonkeruuta valvova viranomainen on TraFi (TraFi, 2010 & Finlex, 2010.) TraFin edustajien

haastatteluissa keskityttiin lainsäädännön kannalta oleellisiin asioihin, jotka järjestelmän kehittämisessä tulee ottaa huomioon.

Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta astui voimaan lokakuussa 2010. Se muun muassa määrittelee onnettomuuksiin ja vaaratilanteisiin liittyvien tarkempien tietojen ilmoittamiseen liittyviä asioita. Asetuksen mukaan tarkemmat tiedot tapahtumista tulee ilmoittaa TraFille viivytystä, kuitenkin viimeistään viiden päivän kuluessa siitä, kun tapahtuma on saatu tietoon. *”Tarkemmin ilmoitettavia tietoja ovat lyhyt kuvaus ilmoitettavasta tapahtumasta, tiedot tapahtuman ajankohdasta ja paikasta, tapahtumatyypistä, tapahtumaan osallisista sekä tapahtuman arvioidusta välittömästä syystä ja sen seurauksista. Lisäksi tarkemmin ilmoitettavia tietoja ovat tiedot tapahtuman aiheuttamista vahingoista ja tapahtuman yhteyshenkilöstä.”* (Finlex, Säädöskokoelma, 2010.) Trafille ilmoitettavia tapauksia ovat vakavat junaturvallisuutta uhkaavat onnettomuudet sekä läheltä piti-tilanteet, mutta jatkossa se haluaisi saada tiedon kaikista hankkeilla tapahtuvista poikkeamista.

TraFi huomauttaa, että asetuksessa mainittu ilmoitusvelvollisuus palvelee myös eri tarkoitusta kuin puhtaasti yhteisiin turvallisuusindikaattoreihin ja turvallisuustavoitteiden seurantaan liittyviä velvoitteita. Sen avulla TraFi saa tärkeää tietoa rautatiejärjestelmän turvallisuuden tilasta ja toimijoiden suorituksesta. TraFi pyrkii tätä kautta analysoimaan, onko esim. kansallisissa määräyksissä jotakin puutteita tai jopa virheitä. Toimijoiden tulee ilmoittaa indikaattoritiedot TraFille joka vuosi 30.6. mennessä heille toimitettavissa turvallisuuskertomuksissa.

Rautatielain uudistus astuu voimaan vuoden 2011 alussa, ja siinä käsitellään raportointivelvollisuutta sekä raportointitieteyttä. Uudistus velvoittaa toimijoita ilmoittamaan turvallisuuspoikkeamista välittömästi. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän arviointikriteerejä koskeva asetus tulee voimaan vuonna 2011, jossa määritellään turvallisuustiedon keruuseen ja analysointiin liittyviä velvollisuuksia. Liikenneviraston turvallisuuslupa tulee uusia vuoteen 2012 mennessä, jolloin viraston täytyy todistaa hallitsevansa asetuksen asettamat vaatimukset omassa toiminnassaan (TraFi, 2010.)

Tällä hetkellä TraFi saa reaaliaikaista tietoa poikkeamista ainoastaan tekstiviestijärjestelmän avulla, ja näissä viesteissä olevat tiedot poikkeamista ovat hyvin vähäiset. TraFi velvoittaakin uusilla asetuksilla ja lakiuudistuksilla toimijoita ilmoittamaan poikkeamista välittömästi, ja raporttoimaan niistä suoraan TraFille. TraFi toivoo, että ilmoitukset poikkeamista tehtäisiin tulevaisuudessa suoraan heidän käytössään olevaan Synergi-järjestelmään joko järjestelmäintegraation kautta tai järjestelmän tarjoaman käyttöliittymän avulla, joka on poikkeamatietojen keruuta sekä käsittelyä automatisoiva järjestelmä. Toimijoiden on mahdollista selata oman vastuualueensa poikkeamia Synergi-järjestelmässä tietojen syöttämisen lisäksi. TraFin vaatimukset poikkeamatietojen keruulle koskevat kaikkia poikkeamia, joten TraFin näkökulmasta Liikenneviraston olisi järkevää kehittää kaikkia poikkeamia koskeva yhteinen, liikennemuodosta riippumaton hallintajärjestelmä, joka voisi myös olla käytössä kaikilla toimijoilla.

## **Meriosasto**

Liikenneviraston meriosastolla ei ole omia vaatimuksia järjestelmälle koska turvallisuuspoikkeamatietoja ei kerätä systemaattisesti. Jos järjestelmä otetaan tulevaisuudessa käyttöön myös meriosastolla, tulee sen rakennuttajia ja urakoitsijoita haastella, ja kerätä vaatimuksia heidän käyttötarpeistaan. Myös näillä tahoilla käytössä olevat järjestelmät tulee ottaa huomioon järjestelmäintegraation kautta.

## **Tieosasto sekä ELY-keskukset**

Liikenneviraston tieosaston sekä Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten näkökulmasta tietojen syöttämiseen kohdistetut vaatimukset ovat rautatieosaston kanssa yhtenevät; poikkeamista tulee tietää muun muassa tapahtuma-aika, -paikka, tapahtuman kuvaus ja vakavuus. Tieosaston mielestä myös tieto suojavälineiden käytöstä tai käytön puuttumisesta tulisi lisätä tietojen syöttö-lomakkeelle.

Järjestelmän tulee kommunikoida urakoitsijoiden sekä rakennuttajien järjestelmien kanssa. Rautatieosaston tavoin järjestelmän tulee tarjota käyttöliittymä niille toimijoille, joilla ei ole tällä hetkellä käytössään sähköistä turvallisuustiedon keruujärjestelmää. Pääasiallisena vaatimuksena on, että tiedot syötetään yhteen järjestelmään, jolloin kenenkään ei tarvitse tehdä päällekkäistä työtä. Organisaatiomuutoksen myötä toivotaan, että poikkeamien hallintaan kehitettäisiin yksi, liikennemuodosta riippumaton järjestelmä, joka olisi kaikkien osastojen käytössä.

Nykyisen urakointimallin mukaan tieosasto sekä ELY-keskukset tekevät sopimuksen pääurakoitsijan kanssa, jolloin aliurakoitsijoiden tekemisistä ei ole varmaa tietoa. Tätä varten tulisi kartoittaa, voitaisiinko Liikenneviraston järjestelmä ottaa käyttöön koko Suomessa, jolloin turvallisuuspoikkeamien hallinnassa infra-alalla olisi vain yksi järjestelmä, joka olisi kaikkien toimijoiden käytössä.

Raportoinnin osalta tieosaston sekä ELY-keskusten tarvitsemat raportit ovat pääosin koontiraportteja (esim. toimijakohtainen yhteenvetoraportti sekä yhteenvetoraportti ELY-keskuksittain). Myös analysointi siitä, mille ammattiryhmälle tapahtuu poikkeamia eniten, pitäisi olla mahdollista. Raportoinnin tulisi olla automaattista, mutta myös manuaaliset raportit olisi tärkeää olla saatavilla. Raporteilla on laaja käyttäjäkunta (Liikenneviraston johto, ELY-keskusten liikennevastuualueiden johtajat, ELY-keskusten kunnossapito- ja investointipäälliköt, suunnittelupäälliköt), joiden tarpeet tulee ottaa huomioon raportteja laadittaessa. Jatkossa turvallisuuspoikkeamien syöttäminen tulisi olla mahdollista myös mobiilikäyttöliittymän kautta, sillä tieosasto uskoo, että läheltä-piti-tilanteita kirjattaisiin tällöin nykyistä enemmän.

## **Rakennuttajat ja urakoitsijat**

Rakennuttajien ja urakoitsijoiden haastatteluissa toimijat, joilla on oma sähköinen järjestelmä käytössä, esittivät vaatimuksia vain järjestelmä integraation kannalta; järjestelmien tulisi kommunikoida keskenään niin, että tietoja ei tarvitsisi syöttää kahdesti, vaan ne siirtyisivät järjestelmästä toiseen automaattisesti. Tärkeää on myös se, että järjestelmien välillä siirtyvää tietoa tulee pystyä kontrolloimaan; Liikenneviraston järjestelmään tulee siirtyä vain turvallisuuspoikkeamiin liittyvää tietoa, vaikka järjestelmät olisivat käytössä laajemminkin. Myös erillisen raportoinnin tarve poistuisi, sillä kaikki toimija saisivat tarvitsemansa raportit omien järjestelmiensä kautta.



Toimijat, joilla ei ole omaa sähköistä turvallisuustiedon keruujärjestelmää käytössä, toivoivat, että järjestelmä tarjoaisi käyttöliittymän myös heille. Tällöin muun muassa urakoitsijat ja rakennuttajat pystyisivät seuraamaan turvallisuuspoikkeamien käsittelyä reaaliaikaisesti, sekä tulostamaan raportteja omilta hankkeiltaan sekä kehittämään omaa työturvallisuuskulttuuriaan.

Pääasiallisena toiveena rakennuttajilla ja urakoitsijoilla oli, että järjestelmä toimisi tiedonkulkua edistävänä eri kanavana toimijoiden välillä, jolloin kaikki toimijat olisivat tasa-arvoisessa asemassa toisiinsa nähden. Kaikkien tulisi saada tieto omilla urakoilla sekä vastualueilla tapahtuneista poikkeama-epäilyistä, vaikka poikkeaman syöttäjä ei kuuluisikaan kyseiseen yritykseen. Näin ollen poikkeamien syöttäminen tulisi olla avoin kaikille. Haastateltavat huomauttivat myös, että järjestelmän tulisi olla luotettava; mitään tietoja ei tule pystyä poistamaan, osoittautui poikkeama-epäily todelliseksi tai ei.

## 5.5 Vaatimusmäärittelyt

Turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän pääasialliset toiminnot ovat turvallisuustiedon syöttäminen, turvallisuustapahtumien käsittely sekä raporttien laatiminen ja tulostaminen. Rautatieosaston haastattelujen perusteella työn tilaaja sekä tekijä määrittelivät järjestelmän toimintoihin sekä ympäristöön liittyvät vaatimukset. TraFin vaatimukset koskevat turvallisuustiedon keruun sähköistä järjestämistä sekä raportoinnin reaaliaikaistamista, joten järjestelmän toteuttaminen on itsessään TraFin vaatimus. Muut TraFin toiveet koskevat järjestelmäintegraation toteuttamista Liikenneviraston sekä TraFin järjestelmän välille.

Koska kyseessä on järjestelmän toteutusvaihtoehtoja tutkiva esiselvitys, tutkimuksessa on käytetty mukautettua versiota Cockburnin (2000) käyttötapauksen kuvauksesta. Vaatimukset on esitetty käyttötapauksortein, joista käy ilmi vaatimuksen tunnistet, prioriteetti, nimi ja kuvaus. Käyttötapauksortit ovat kokonaisuudessaan liitteessä 1. Tunniste muodostetaan sen mukaan, onko kyseessä järjestelmävaatimus (Software Requirement), käyttäjävaatimus (User Requirement), toimittajaan kohdistuva vaatimus (Program supplier Requirement) vai laatuvaatimus (Quality Requirement). Tunnisteet numeroidaan vaatimusten esittämisjärjestyksessä. Vaatimukset priorisoidaan sen mukaan, kuinka kriittisiä ne ovat järjestelmän päätoimintojen kannalta: jos prioriteetti on 1, vaatimus on pakollinen, ja jos prioriteetti on 2, vaatimus ei ole pakollinen, mutta se olisi hyvä toteuttaa. Jotta järjestelmä voidaan ottaa toteutusvaihtoehtoihin huomioon, sen tulee pystyä toteuttamaan vähintään pakolliset vaatimukset, jos niitä ei ole vielä toteutettu. Vaatimuksen nimessä kuvataan vaatimuksen kohde, ja kuvauksessa vaatimus määritellään tarkemmin.

### 5.5.1 Toiminnalliset vaatimukset

Rautatieosaston toiminnallisia järjestelmävaatimuksia olivat uuden tapahtuman kohdistaminen projektille turvallisuuskoordinaattorin, rataosan tai projektin perusteella tapahtuman syötön yhteydessä, tapahtumien, seurausten sekä korjaavien toimenpiteiden luokittelu, automaattisten sähköposti-ilmoitusten lähettäminen, versionhallinta, dokumenttien liittäminen tapahtumaan sekä erilaiset raportointiin liittyvät vaatimukset. Järjestelmästä vaadittiin raportointia kolmella eri tavalla; raporttien tulostamista valmiiden raporttipohjien avulla, raporttipohjien muodostamista ja raporttien

tulostamista näiden avulla sekä koontiraporttien automaattista lähettämistä sähköpostitse tietyille henkilöille.

Järjestelmään kohdistui vaatimuksia tietokantaan, rajapintoihin sekä käyttöliittymiin liittyen. Järjestelmällä tulee olla tietokanta, johon syötetyt tapahtumat tallentuvat. Tietojen syöttö tapahtuu webikäyttöliittymän tai mobiilikäyttöliittymän avulla, joten järjestelmän tulee tarjota nämä. Järjestelmäintegraatiota varten järjestelmän kehityksessä tulee ottaa tietyt integraatiomahdollisuudet huomioon (esimerkiksi xml-pohjainen viestinvälitys), jotta tietojen siirtäminen eri järjestelmien välillä onnistuisi. Järjestelmän tulee tarjota myös käyttäjien tunnistus tietoturvan parantamiseksi. Järjestelmästä tulee voida lähettää sähköpostiviestejä projektien yhteyshenkilöille.

Järjestelmän toimittajaa koskevat vaatimukset kohdistuivat järjestelmän toimitukseen sekä ylläpitoon liittyviin asioihin. Järjestelmän toimittajan tulee tarjota käyttökoulutus ja käyttötuki virhetilanteita varten. Järjestelmän toimittajan on myös pystyttävä vastaamaan järjestelmän ylläpidosta muun muassa uusien toimintojen sekä muiden muutosten osalta, joita järjestelmään tulee kohdistumaan sen elinkaaren aikana esimerkiksi ympäristön muuttumisen myötä.

### 5.5.2 Ei-toiminnalliset vaatimukset

Ei-toiminnallisia vaatimuksia ovat järjestelmän laatuvaatimukset sekä sen toimintaympäristön muodostamat vaatimukset. Toimintaympäristöön kuuluvat Liikenneviraston sisäiset järjestelmät (nykyiset sekä tulevat), sidosryhmien järjestelmät (nykyiset sekä tulevat) ja koko organisaatio järjestelmän ympärillä.

#### Laatuvaatimukset

Järjestelmän tulee olla **luotettava** ja **toimintavarma**, eikä tallennettuja tietoja pidä pystyä poistamaan. Järjestelmän tulee **toipua virhetilanteista** nopeasti, ja sen täytyy pystyä käsittelemään suuriakin tietomääriä kerralla. Järjestelmän kehityksessä tulee ottaa huomioon tietokantaan tallennettavan tiedon määrä, jotta koneen **suorituskyky** ei kärsisi tämän takia. **Käyttöliittymän** tulee olla helposti **ymmärrettävä, yksinkertainen** sekä **selkeä**; yhdellä sivulla ei ole liikaa tekstiä tai linkkejä, sivuhierarkia on **johdonmukainen** ja kaikki painikkeet toimivat. Myös värien sekä ohjeiden tulee omalta osaltaan ohjata käyttäjää etenemään sivuilla. Käyttöliittymän tulee noudattaa yleistä useimmissa samankaltaisissa järjestelmissä käytettyä **logiikkaa**. Järjestelmän käytön tulee olla **turvallista**, eikä esimerkiksi langattoman verkon kautta ulkopuolinen voi poimia järjestelmään saapuneita tai siitä lähetettyjä tietoja. Järjestelmän tulee pystyä jakamaan **reaaliaikaista tietoa** käyttäjien sekä eri järjestelmien välillä.

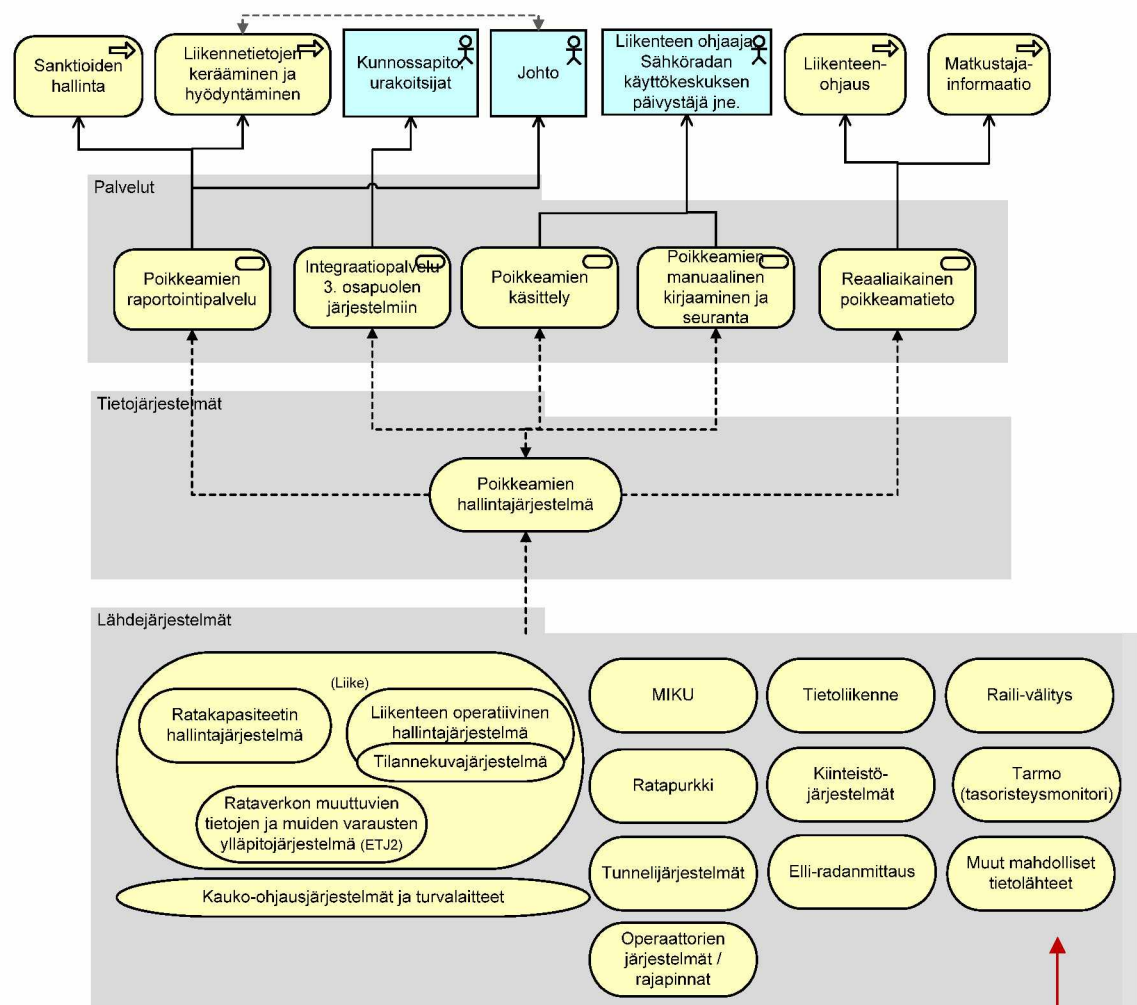
#### Toimintaympäristö ja sen asettamat vaatimukset

Turvallisuustiedon keruujärjestelmän toimintaympäristön muodostavat Liikenneviraston lisäksi TraFi, rakennuttajat ja urakoitsijat sekä näiden tietojärjestelmät. Toimintaympäristö ei ole vakaa, vaan se muuttuu koko ajan uusien vaatimusten sekä kehityksen myötä. Myös Liikennevirastossa oli tutkimuksen tekohetkellä käynnissä sisäinen organisaatiouudistus. Rautatieosaston sidosryhmät kehittävät niin ikään toimintaansa ja järjestelmiään koko ajan, jonka vuoksi rautatieosaston järjestelmien ylläpidettävyyden sekä muuntautumisen- ja sopeutumiskyky on tärkeää. TraFin julkaisemat uudet asetukset ja lakimuutokset asettavat osaltaan myös vaatimuksia järjestelmän ylläpidettävyyteen.

Rautatieliikenteen liikenteenhallintajärjestelmiä kehitetään koko ajan. Tutkimuksen tekohetkellä Liikenneviraston rautatieosastolla oli meneillään projekti, jossa laadittiin rautatieliikenteen liikenteenhallinnan arkkitehtuuri. Projektin tavoitteena oli tiedonhallinnan kokonaisuuden jäsentäminen ja suunnitteleminen eri näkökulmista, joka antaa eri osapuolille selkeän ja yhteentoimivan kuvan. Projektissa käytiin läpi liikenteenhallinnan toiminnallinen arkkitehtuuri, tietoarkkitehtuuri ja järjestelmä-/sovellusarkkitehtuuri, ja siihen kuului myös tietojärjestelmien väliseen integrointiin rakennettu, keskitetty integraatiopalvelu Santra. (Lähesmaa & Rantonen, 2010).

### Poikkeamien hallintajärjestelmä

Kehitettävä turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmä tulee olemaan osa poikkeamien hallintajärjestelmän lähdejärjestelmiä (Kuva 8), jolloin sen tulee pystyä kommunikoidaan poikkeamien hallintajärjestelmän kanssa. Kommunikointi poikkeamien hallintajärjestelmä kanssa voidaan toteuttaa esimerkiksi joko Santra-välityspalvelimen avulla tai suoraan järjestelmien välillä. Poikkeamien hallintajärjestelmää ei ole vielä tehty, joten rajapinnat, tiedonsiirto sekä muut yhteydet näiden järjestelmien kesken tulee määritellä tarkemmin poikkeamien hallintajärjestelmän kehittämisen yhteydessä.

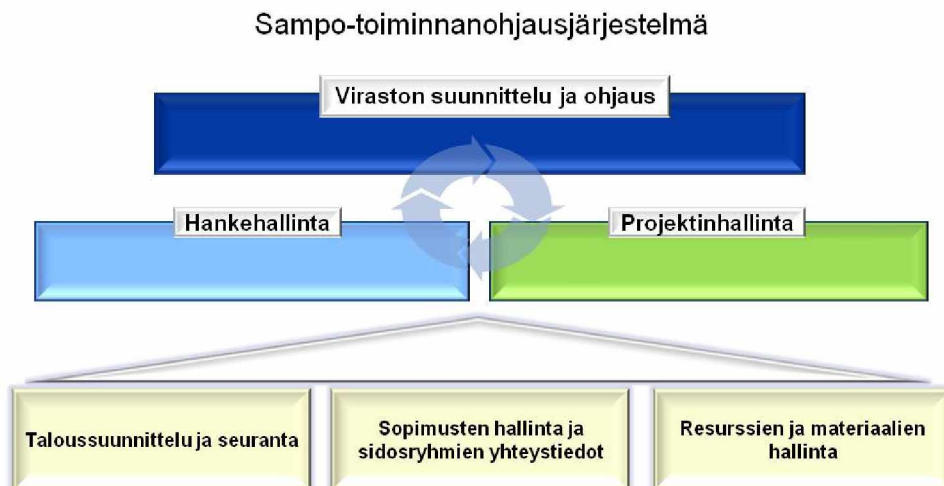


Kuva 8. Poikkeamatiedon hallintajärjestelmän osat ja käyttäjät (Lähesmaa & Rantonen, 2010, s. 38)

## Santra ja Sampo

Santra on rautatieliikenteen turvalaitteet ja kriittiset järjestelmät yhdistävä EAI-alusta, jonka toimittajana toimii Tieto Oyj. Sen avulla eri turvallisuuskriittiset järjestelmät vaihtavat tietoja keskenään. Santra käyttää pääsääntöisesti xml-pohjaisia sanomia tiedonvaihtoon eri järjestelmien välillä. Santrassa on liittymät mm. kaikkiin turvalaite-, informaatio- ja seurantajärjestelmiin. Santra huolehtii sanomanvälityksistä myös rautatieoperaattoreiden ja Liikenneviraston välillä.

Sampo-toiminnanohjausjärjestelmän avulla hallinnoidaan Liikenneviraston projekteja ja hankkeita. Sampo-järjestelmää käytetään myös työajan suunnittelun ja seurannan työkaluna (Kuva 9). Sen avulla toiminnanohjauksen mallit ja toimintatavat ovat yhteisiä koko Liikennevirastossa ja toiminnanohjauksen toiminnot ovat organisaatiosta sekä prosesseista riippumattomia. Sampo-järjestelmän kehitystyön pohjalla ovat olleet toiminnanohjauksen ja hankkeiden sekä resurssien hallinnan parantaminen, järjestelmäintegraation parantaminen sekä organisaatioiden prosessien yhtenäistäminen ja tehostaminen (Sälejoki-Hiekkänen & Vilppo, 2010.) Sampo-järjestelmän kehittäminen oli tutkimuksen tekoherkellä kesken, joten sen tarkemmista toiminnoista ei voitu saada tietoa tähän tutkimukseen.



Kuva 9. Sampo-järjestelmän toiminnanohjaukselle tarjoamat palvelut (Sälejoki-Hiekkänen & Vilppo, 2010).

Turvallisuustiedon keruujärjestelmän tulee kommunikoida Liikenneviraston Sampo-järjestelmän kanssa projektitietojen osalta. Santran ja Sampon välille rakennetaan yhteys viimeistään vuoden 2012 aikana, jolloin tätä yhteyttä voidaan käyttää myös turvallisuustiedon keruujärjestelmän ja Sampon integroimisessa (Kuva 10). Santran avulla Sampo-järjestelmästä voidaan siirtää projektien tiedot turvallisuustiedon keruujärjestelmään xml-viestien välityksellä. Turvallisuustiedon keruujärjestelmän ja Santran välinen xml-pohjainen tiedonvaihto tapahtuu webservice-rajapinnan kautta.



Kuva 10. Santra-välityspalvelin Sampo-järjestelmän ja turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän välissä.

### Synergi

TraFin turvallisuustiedon käsittelyyn käytetään norjalaisten kehittämää Synergi-järjestelmää, joka oli tutkimuksen tekohetkellä laajassa käytössä muissa pohjoismaissa. Suomessa Synergin ainut rautatietoimialan käyttäjä oli TraFi. TraFin tavoitteena on, että järjestelmän avulla saadaan jatkossa reaaliaikaista tietoa eri toimijoiden poikkeamista. Järjestelmän tarjoamista liityntärajapinnoista muihin järjestelmiin ei kuitenkaan saada vielä tutkimuksen aikana tietoa, sillä TraFilla oli käynnissä uuden version käyttöönotto, ja sen tuomia mahdollisuuksia voidaan tutkia vasta myöhemmin. TraFin tavoitteena on myös tarjota eri toimijoille web-käyttöliittymä, jonka avulla poikkeamatiedot voidaan syöttää suoraan Synergiin. Tämän käyttöönotto oli ajankohtainen vuoden 2011 aikana. Näin ollen integrointimahdollisuuksien selvittäminen Synergin ja turvallisuustiedon keruujärjestelmän välillä tämän tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollista.

## 5.6 Vaatimusten yhteenveto

Vaatimusmatriiseissa kuvataan vaatimusten riippuvaisuudet toisiinsa nähden, sekä vaatimuksen taustalla oleva taho. Vaatimusmatriisit on jaettu neljään eri ryhmään sen mukaan, mitä vaatimukset koskevat:

- järjestelmävaatimukset (SR) kuvaavat järjestelmää koskevia, teknisiä vaatimuksia (Taulukko 2)
- laatuvaatimukset (QR) kuvaavat järjestelmää sekä toimittajaa koskevia ei-toiminnallisia vaatimuksia, jotka vaikuttavat järjestelmän toiminnan toteuttamiseen (Taulukko 3)
- toiminnalliset (UR) vaatimukset kuvaavat niitä toimintoja, jotka järjestelmän tulee toteuttaa (Taulukko 4)
- järjestelmän toimittajaa (PR) koskevat vaatimukset kuvaavat niitä vaatimuksia, joihin järjestelmän toimittajan on kyettävä vastaamaan järjestelmän toimituksen sekä ylläpidon yhteydessä (Taulukko 5).



Taulukko 2. Vaatimusmatriisi järjestelmävaatimuksista (SR).

tunniste	vaatimus	riippuvaisuudet	vaatimuksen taustalla oleva taho
SR-001	Tietokanta		rautatiesasto
SR-002	Web-käyttöliittymä		rautatiesasto
SR-003	Mobiilikäyttöliittymä		rautatiesasto
SR-004	Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	SR-001	rautatiesasto, TraFi
SR-005	Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	SR-001	rautatiesasto, TraFi
SR-006	Projektien tietojen siirtyminen järjestelmään	SR-004	rautatiesasto
SR-007	Käyttäjätunnistus	SR-001	rautatiesasto
SR-008	Jakelulistojen luominen	SR-006	rautatiesasto
SR-009	Sähköpostin lähettäminen	SR-008	rautatiesasto

Taulukko 3. Vaatimusmatriisi laatuvaatimuksista (QR).

tunniste	vaatimus	riippuvaisuudet	vaatimuksen taustalla oleva taho
QR-001	Luotettavuus		rautatiesasto
QR-002	Suorituskyky		rautatiesasto
QR-003	Käytettävyys		rautatiesasto
QR-004	Turvallisuus		rautatiesasto
QR-005	Muunneltavuus		rautatiesasto

Taulukko 4. Vaatimusmatriisi toiminnallisista vaatimuksista (UR).

tunniste	vaatimus	riippuvaisuudet	vaatimuksen taustalla oleva taho
UR-001	Käyttäjäryhmien lukua ja kommentointioikeudet	SR-007	rautatiesasto
UR-002	Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuuorganisaatiolle	SR-004	rautatiesasto
UR-003	Tietojen syöttäminen	SR-001, SR-002, SR-003, SR-007, UR-002	rautatiesasto
UR-004	Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	UR-003	rautatiesasto
UR-005	Automaattinen tiedotus poikkeamasta	SR-009, UR-003	rautatiesasto
UR-006	Tapahtuman tilat	UR-003	rautatiesasto
UR-007	Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	UR-001, UR-003, UR-006	rautatiesasto
UR-008	Väärin poikkeamien käsitteleminen	UR-007	rautatiesasto
UR-009	Tapahtuman syiden ja seurausten hahmottaminen	UR-003	rautatiesasto
UR-010	Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	UR-003	rautatiesasto
UR-011	Manuaalinen raportointi	UR-004, UR-007	rautatiesasto
UR-012	Automaattinen raportointi	UR-004, UR-007, SR-009	rautatiesasto

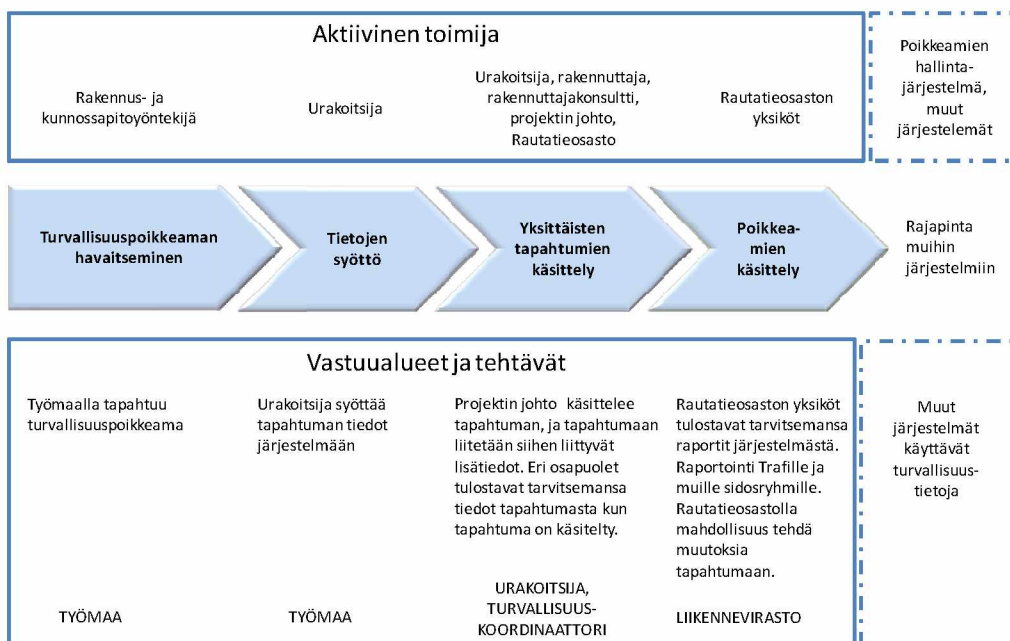
Taulukko 5. Vaatimusmatriisi järjestelmän toimittajaa koskevista vaatimuksista (PR).

tunniste	vaatimus	riippuvaisuudet	vaatimuksen taustalla oleva taho
PR-001	Käyttöönotto		rautatiesasto
PR-002	Käyttötuki		rautatiesasto
PR-003	Ylläpito		rautatiesasto

## 5.7 Turvallisuuspoikkeaman käsittelyn kuvaus

Liikennevirasto avaa projektin Sampo-järjestelmään, josta projektin tiedot siirtyvät automaattisesti turvallisuustiedon keruujärjestelmään. Työmaalla havaitaan turvallisuuspoikkeama, jonka urakoitsija syöttää järjestelmään (tapahtuman tila on ”avattu”). Tapahtuman syöttö lähtee liikkeelle tapahtuman kohdistamisesta, joka tapahtuu turvallisuuskoordinaattorin valinnalla. Järjestelmä lähettää tiedon uudesta poikkeamasta projektin turvallisuuskoordinaattorille, joka tarkistaa tapahtuman luokittelun. Turvallisuuskoordinaattori hyväksyy tapahtuman (tapahtuman tila on ”käsittelyssä”), ja järjestelmä lähettää tiedon siitä muille osapuolille (projektin johto, urakoitsija, konsultti jne.). Järjestelmä lähettää tiedon poikkeamasta myös siihen integroiduille järjestelmille (esim. TraFin Synergi sekä Liikenneviraston Poikkeamienhallintajärjestelmä). Tapahtuma käsitellään työmaalla työmaakokouksissa ja siihen liitetään tarkentavia dokumentteja (tarkempi kuvaus tapahtumasta, tapahtuman syyt ja seuraukset, jatkotoimenpiteet sekä suunnitelma tapahtuman ehkäisemiseksi). Kun tapahtuman syyt, seuraukset sekä korjaavat toimenpiteet ovat selvillä, turvallisuuskoordinaattori merkitsee tapahtuman suljetuksi.

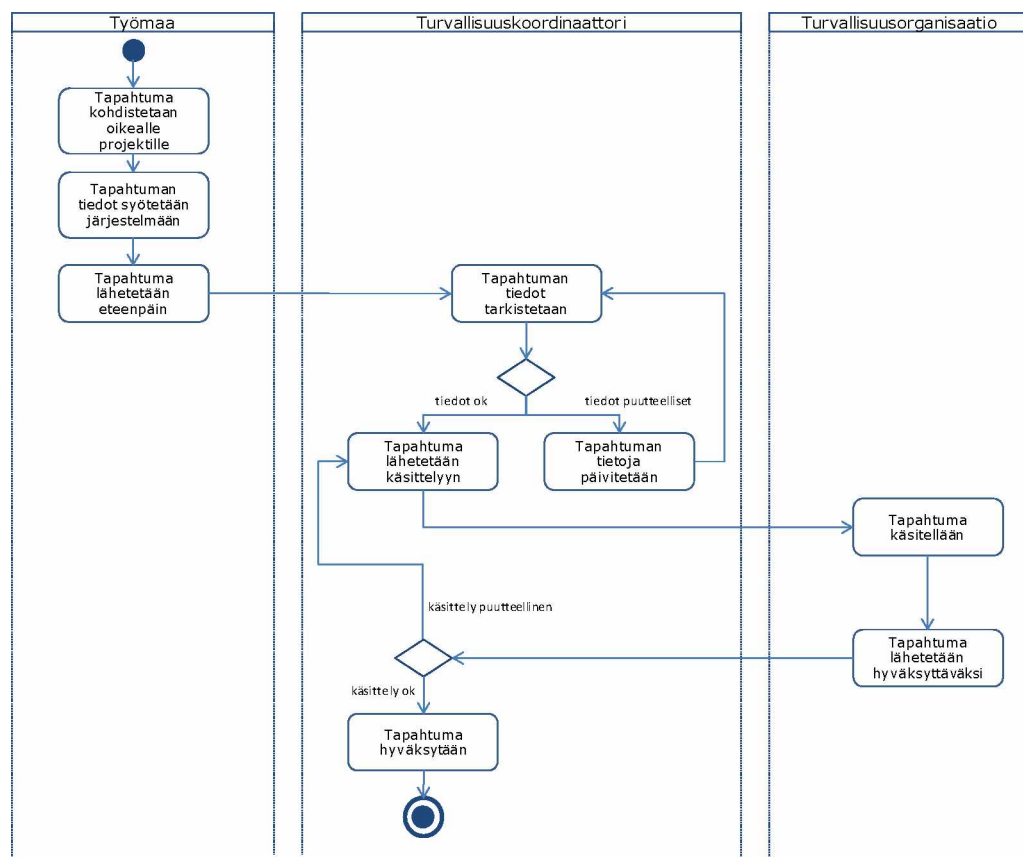
Osapuolet tulostavat tapahtumasta tarvitsemansa raportit. Järjestelmä lähettää tiettyin väliajoin eri osapuolille myös koontiraportteja automaattisesti sähköpostilla. Rautatieosaston eri yksiköiden tulostamisissa raporteissa näkyvät vakavat onnettomuudet, junaturvallisuutta uhkaavat tapahtumat ja muut poikkeamat. TraFille ei tarvita erillistä, toimitettavaa raporttia mikäli järjestelmät integroidaan keskenään; tässä tapauksessa TraFi näkee tarvitsemansa tiedot oman järjestelmänsä kautta, ja voi tulostaa tarvitsemansa raportit sieltä. Jos järjestelmien välillä ei ole tietojen siirtoa, TraFille toimitetaan raportti, joka sisältää junaturvallisuutta uhkaavat tapahtumat. Käyttötapaauksen eri vaiheet on kuvattu kuvassa 11.



Kuva 11. Järjestelmän sidosryhmät sekä pääasialliset toiminnot



Kuvassa 12 on esitetty tapahtuman käsittelyn vaiheet aktiviteettikaaviona (*activity diagram*). Aktiviteettikaaviossa kuvataan miten eri osapuolet käyttävät järjestelmää tapahtuman havaitsemisesta sen hyväksymiseen saakka. Tapahtuman käsitteleminen lähtee liikkeelle työmaalla tapahtuneen turvallisuuspoikkeaman syöttämisestä järjestelmään. Ensin tapahtuma kohdistetaan oikealle projektille. Seuraavaksi tapahtumasta syötetään tiedot ja se lähetetään turvallisuuskoordinaattorille tarkistettavaksi. Turvallisuuskoordinaattori tarkistaa tapahtuman tiedot; jos tiedoissa on puutteita, turvallisuuskoordinaattori täydentää tietoja. Kun tiedot ovat oikein, tapahtuma lähetetään käsittelyyn muulle turvallisuusorganisaatiolle. Tapahtuman käsittelyn jälkeen tapahtuma palaa turvallisuuskoordinaattorille hyväksyttäväksi. Turvallisuuskoordinaattori joko hyväksyy tai hylkää tapahtuman käsittelyn; jos tapahtuma hylätään, se lähtee uudelleen käsittelyyn. Jos tapahtuma hyväksytään, se merkitään käsitellyksi.



Kuva 12. Aktiviteettikaavio tapahtuman käsittelyn vaiheista.

## 6 Toteutusvaihtoehtojen arvioiminen

Kuudennessa luvussa kuvataan eri toteutusvaihtoehtojen vertailua ja tämän tiimoilta tehdyn tutkimuksen toteutusta. Tutkimuksen toteutus on esitelty luvussa 6.1. Luvuissa 6.2–6.5 on esitelty tutkittavat ohjelmistotalot sekä näiden järjestelmät ja järjestelmien vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin nähden. Luvussa 6.6. kuvaillaan toteutusvaihtoehtojen vertailu toisiinsa nähden sekä tutkimuksen lopputulos.

### 6.1 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksessa tutustuttiin neljän eri ohjelmistotalon toteuttamaan tiedonkeruujärjestelmään ja toteutusvaihtoehtoon. Ohjelmistotoimittajien tarjoamia ratkaisuja, järjestelmien ominaisuuksia ja räätälöintimahdollisuuksia verrattiin turvallisuustiedon keruujärjestelmälle asetettuihin vaatimuksiin. Tietojen kerääminen suoritettiin haastattelemalla järjestelmien toimittajia, koska toimittajia haastattelemalla järjestelmien teknisistä ominaisuuksista sekä räätälöitävyydestä saadaan enemmän tietoja kuin esimerkiksi järjestelmiä testaamalla tai käyttöoppaita lukemalla. Tutkittavia järjestelmiä olivat VTT:n sekä Awanic Oy:n kehittämä ja ylläpitämä HaiPro-järjestelmä, 3T Ratkaisun kehittämä 3T Monitori-järjestelmä, Työterveyslaitoksen sekä Ixonos Oy:n kehittämä TATU-ASP sekä Vaarainfo-järjestelmät ja Proxion Oy:n Django-kehitysalustalle kehitetty järjestelmä. Järjestelmät valittiin tekemällä katsaus rautatiealalla toimiviin ja tiedonkeruuseen sekä työturvallisuuteen erikoistuneisiin ohjelmistotaloihin.

Järjestelmävertailussa on otettava huomioon rautatieosaston erityistarpeet. Mikään järjestelmä ei ole valmis sellaisenaan käyttöön otettavaksi, vaikka vaadittava toiminnallisuus löytyisikin järjestelmästä; jokaista järjestelmää täytyy räätälöidä Liikenneviraston ja rautatieosaston toimintaympäristöön ja organisaatiomalliin sopivammaksi ennen käyttöönottoa (esimerkiksi lomakkeella kysytyt tiedot, käyttäjärühmät ja raporttien rakenne).

Tutkimuksessa hyödynnettiin kevyttä versiota DESMET-arviointimenetelmästä. DESMET-menetelmää käytettiin toteutusvaihtoehtojen vertailun pohjana ja ohjenuorana. Vertailu tehtiin ominaisuusanalyysin tavoin; ensin valittiin vertailtavat kohteet, selvitettiin ja priorisoitiin vaatimukset ja luotiin pisteytystaulukko. Näiden jälkeen vertailu suoritettiin arvioimalla kuinka hyvin kohteet vastaavat vaatimuksia, ja lopuksi analysoitiin sekä tulkittiin tulokset.

Järjestelmien ominaisuuksien vertailu rautatieosaston vaatimuksiin nähden on tehty vaatimuskorttien avulla, ja arvioinnissa on käytetty neliportaista pisteytysmallia DESMET-menetelmän mukaisesti (Kitchenham et al. 1997 ja Kitchenham, 1996):

- 0=vaatimusta ei ole toteutettu, vaatimusta ei voida toteuttaa
- 1=vaatimusta ei ole toteutettu, vaatimus voidaan toteuttaa tekemällä muutoksia
- 2=järjestelmä vastaa osittain vaatimuksia
- 3=järjestelmä vastaa täysin vaatimuksia

Jokaisen järjestelmän ominaisuuksien vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin on havainnollistettu niin kutsutun Radar-kaavion avulla. Radar-kaavio on täytetty säteis-

kaavio, joka näyttää arvot suhteessa keskipisteeseen. Väritetty pinta-ala kuvaa sitä, kuinka hyvin järjestelmä vastaa rautatieosaston vaatimuksia. Kaavioihin on otettu mukaan kaikki tässä tutkimuksessa määritetyt vaatimukset.

## 6.2 HaiPro

HaiPro on terveydenhuollon vaaratapahtumien raportointityökalu, joka on suunniteltu sairaanhoitopiirien ja terveyskeskusten toiminnan kehittämiseen. HaiPro:n raportointi ja sen käyttö perustuu vapaaehtoiseen ja luottamukselliseen vaaratapahtumien ilmoittamiseen sekä ilmoitusten käsittelyyn. HaiPro raportointimenettelyn ja työkalun on kehittänyt VTT yhteistyössä terveydenhuollon yksiköiden kanssa. HaiPro-raportointia kehitetään edelleen vuorovaikutuksessa sosiaali- ja terveysministeriön potilasturvallisuuden kehittämistoimien kanssa (HaiPro, 2000). HaiPro:n kehittämisen keskeinen lähtökohta on ollut pyrkimys avoimempaan keskusteluilmapiiriin sekä toimintaprosessien kehittämisen tutkiminen (Mätäsniemi et al, 2007.)

HaiPro-järjestelmän osalta haastateltiin järjestelmän kehittäjää, Awanic Oy:n toimitusjohtajaa. HaiPro-järjestelmä on suunnattu vain sairaanhoitopiireille sekä terveyskeskuksiin, mutta kysynnän vuoksi Awanic on pohtinut mahdollisuutta kehittää poikkeamatietojen keruu- ja raportointityökalua HaiPro-järjestelmän pohjalta myös muille toimialoille. Itse HaiPro-järjestelmää ei siis voida siirtää sairaalaympäristön ulkopuolelle, mutta sen toiminnallisuuksien pohjalta on mahdollista kehittää uusi järjestelmä.

Taulukoissa 6-9 on esitetty miten HaiPron toiminnallisuudet vastaavat rautatieosaston määrittelemiä vaatimuksia. Tähdellä (\*) merkityt vaatimukset eivät ole pakollisia. HaiProssa ei ole toteutettu järjestelmäintegraatiota ollenkaan, eikä tapahtumiin ole pystynyt liittämään esimerkiksi dokumentteja. Kaiken kaikkiaan useimmat toiminnallisuudet vaativat uudelleenohjelmointia, mutta HaiPron pohjalta järjestelmän kehittäminen on mahdollista.

*Taulukko 6. HaiPro-järjestelmän vastaavuus järjestelmävaatimuksiin.*

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
SR-001	Tietokanta	kyllä (Microsoft SQL-tietokanta)	
SR-002	Web-käyttöliittymä	kyllä	
SR-003*	Mobiilikäyttöliittymä	ei	toteutettavissa
SR-004	Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	ei	toteutettavissa (suunnittelussa)
SR-005*	Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	ei	toteutettavissa
SR-006	Projektien tietojen siirtyminen järjestelmään	ei	toteutettavissa
SR-007	Käyttäjätunnistus	kyllä	
SR-008	Jakelulistojen luominen	kyllä	
SR-009	Sähköpostin lähettäminen	kyllä	

Taulukko 7. HaiPro-järjestelmän vastaavuus käyttäjävaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
UR-001	Käyttäjryhmien luku- ja kommentointioikeudet	kyllä	
UR-002	Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuuorganisaatiolle	osittain	vaatii räätälöintiä
UR-003	Tietojen syöttäminen	kyllä	
UR-004	Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	osittain	vaatii räätälöintiä/valmis 2010
UR-005	Automaattinen tiedotus poikkeamasta	kyllä	
UR-006	Tapahtuman tilat	kyllä	
UR-007	Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	osittain	versionhallinta historiatietojen osalta suunnittelussa
UR-008	Väärrien poikkeamien käsitteleminen	kyllä	
UR-009*	Tapahtuman syiden ja seurausten hahmottaminen	ei	toteutettavissa
UR-010	Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	ei	toteutettavissa
UR-011	Manuaalinen raportointi	kyllä	Ristiintaulukointi ei toteutettu tällä hetkellä, ilmoitusaktiivisuuden seuraaminen toteutettu
UR-012	Automaattinen raportointi	ei	toteutettavissa

Taulukko 8. Awanic Oy:n vastaavuus toimittajavaatimuksiin.

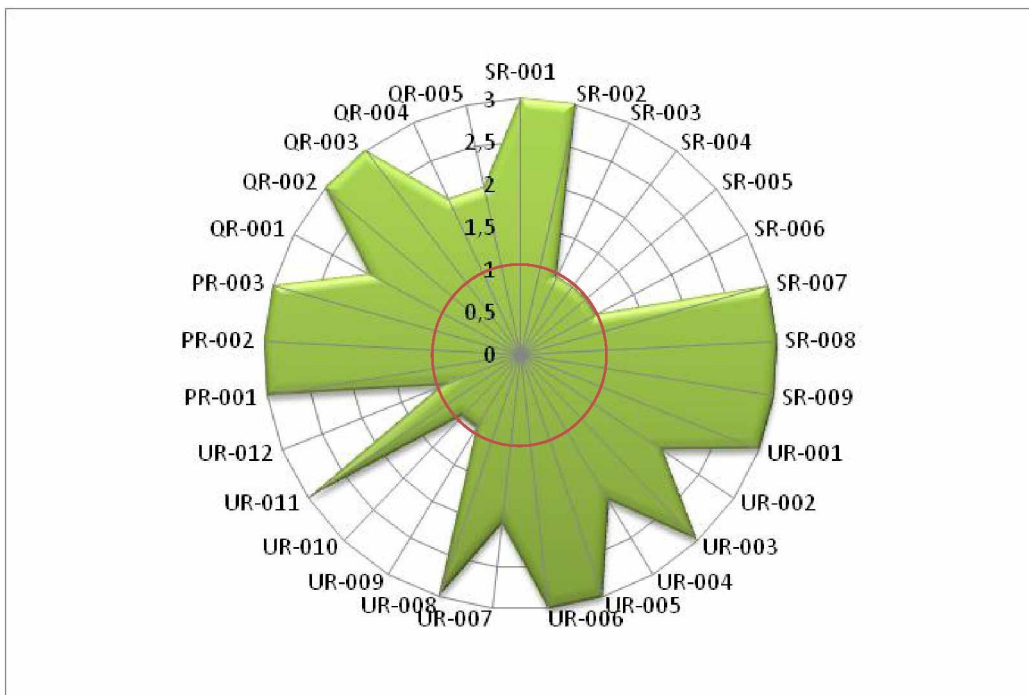
tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
PR-001	Käyttöönotto	kyllä	koulutuspäivät käsitte- lijöille sekä ylläpitäjil- le, verkko- oppimisympäristö kehitteillä
PR-002	Käyttötuki	kyllä	loppukäyttäjätuki ja ylläpitäjien tuki (las- kutus tukipyynnöit- tään), tai vain ylläpitä- jien tuki, yhteydenotot puhelimitse virka- aikaan tai sähköpos- titse
PR-003	Ylläpito	kyllä	ylläpito ulkoistetaan Awanicille tai se hoi- detaan hajautetusti asiakkaan ja Awanicin välillä

Taulukko 9. HaiPro-järjestelmän vastaavuus laatuvaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
QR-001	Luotettavuus	osittain	suunnittele mattomia käyttökatoja ollut muutamia, virhetilan- teiden korjaus aloite- taan tunnin sisällä ilmoituksesta, palveli- men ylläpito kolman- nella osapuolella
QR-002	Suorituskyky	kyllä	suorituskyvyn lisäys mahdollista, käyttäjä- määrien mukaan
QR-003	Käytettävyys	kyllä	asiakkaat olleet muka- na käyttöliittymän ke- hityksessä, käyttöliit- tymää kehitetään koko ajan
QR-004	Turvallisuus	osittain	SSL-salaus
QR-005	Muunneltavuus	osittain	Tekniikan ei pitäisi rajoittaa muunnelta- vuutta, alustan vaihta- minen ei mahdollista

Awanic tarjoaa asiakkailleen järjestelmiään ASP-sovellusvuokrauksena, jolloin asiakas ostaa käyttöoikeuden järjestelmään. Järjestelmä sekä tietokanta sijaitsevat tällöin toimittajan palvelimella, mutta asiakas omistaa tietokannassa olevat tiedot. HaiPron sekä räätälöityjen järjestelmien hinnoittelu perustuu perusmaksuun (1200 €/vuosi) sekä käyttäjämäärän mukaan perittävään käyttömaksuun (1,50-3 €/käyttäjä/vuosi). Awanic laskee ohjelmiston käyttäjiksi kaikki, jotka käyttävät ohjelmistoa jollakin tasolla. Käyttömaksun suuruuteen vaikuttavat järjestelmän ominaisuudet. Tämän lisäksi Awanic on määritellyt käyttöönottomaksun, joka on 500€/järjestelmään liitettävä organisaatio. Jälkikäteen tehtävät muutostyöt eivät sisälly järjestelmän vuosimaksuihin. Järjestelmän toimitusaika on 6-12kk, riippuen järjestelmään tehtävien räätälöintien määrästä. Jos järjestelmällä on esimerkiksi 1000 käyttäjää, vuosikustannukset ovat 4200 € (3 €/käyttäjä, perusmaksu 1200 €/vuosi).

Kuvassa 13 on esitelty HaiPro-järjestelmän toiminnallisuuksien vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin. HaiPro-järjestelmään on mahdollista toteuttaa kaikki rautatieosaston vaatimukset, vaikka niitä ei olisikaan vielä tehty; usean vaatimuksen toteuttaminen tosin vaatii runsaasti uudelleenohjelmointia. Tämä kertoo siitä, että järjestelmä on alun perin suunniteltu erilaiseen käyttöympäristöön ratkaisemaan erityyppisiä ongelmia. Kuvasta on väritetty yhteensä 77 %.



Kuva 13. Awanic Oy:n järjestelmän vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin

## 6.3 TATU®-ASP ja VAARAINFO

TATU®-ASP on Työterveyslaitoksen SINET-tuoteperheeseen kuuluva tapaturma-, ammattitauti- ja vaaratilannetietojen hallintaan kehitetty turvallisuuspoikkeamatietojärjestelmä. Järjestelmän kehittäjä on Ixonos Oy. Järjestelmää myydään yrityksille sovellusvuokrauksena. TATU®-ASP – järjestelmästä saatavia raportteja ovat mm:

- vakuutusyhtiön lomakkeet
- yrityksen sisäinen tapaturmatutkintalomake
- erilaisia tapaturmatilastoja organisaatioittain
- erilaisia listauksia tapaturmista, läheltä piti –tapauksista ja ammattitauodeista
- turvallisuusedokumentit esimerkiksi turvallisuusohjeet, pöytäkirjat ja palontorjuntatiedot (Työterveyslaitos, 2010.)

VAARAINFO on Työterveyslaitoksen SINET-tuoteperheeseen kuuluva intranet-järjestelmä, jota käytetään vaara- ja läheltä piti-tilanteiden kirjaamiseen, viestintään ja raportointiin. Järjestelmä on helppokäyttöinen, johon kuka tahansa pystyy syöttämään tiedot tapahtumasta. Järjestelmästä voidaan lähettää automaattisesti jakelulistojen perusteella sähköposti-ilmoitus uudesta tapahtumasta. Tapahtuma voidaan myös kohdistaa tiettyyn organisaation osaan (Työterveyslaitos, 2010.)

TATU-ASP- sekä VAARAINFO-järjestelmien osalta haastateltiin Työterveyslaitoksen tietojärjestelmäasiantuntijaa. Haastateltava arvioi, että turvallisuustiedon keruujärjestelmän monipuolisuuden vuoksi järjestelmä voidaan toteuttaa räätälöimällä TATU-ASP-järjestelmää sekä yhdistämällä siihen VAARAINFO-järjestelmän ominaisuuksia. Kokonaan uuden järjestelmän toteuttaminen oli haastateltavan mukaan myös järkevä vaihtoehto, sillä rautatieosaston vaatimuksiin nähden järjestelmiä tulee räätälöidä sekä uudelleenohjelmoida paljon.

Taulukoissa 10–13 on esitetty, miten Työterveyslaitoksen järjestelmät vastaavat rautatieosaston määrittelemiin vaatimuksiin. Tähdellä (\*) merkityt vaatimukset eivät ole pakollisia. Pääosa rautatieosaston vaatimuksista täyttyy, mutta esimerkiksi järjestelmäintegraatio sekä automaattisesti lähetettävät raportit vaativat ohjelmointityötä. Myös muut vaatimukset vaativat räätälöintiä, jotta ne soveltuisivat rautatieosaston organisaatioon ja sen käyttötarpeisiin.



Taulukko 10. TATU-ASP- ja VAARAINFO-järjestelmien vastaavuus järjestelmävaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa/miten toteutettu
SR-001	Tietokanta	kyllä	TATU-ASP
SR-002	Web-käyttöliittymä	kyllä	TATU-ASP, VAARAINFO
SR-003*	Mobiilikäyttöliittymä	osittain	VAARAINFO, vaatii uudelleenohjelmointia
SR-004	Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	ei	kyllä, vaatii uudelleenohjelmointia
SR-005*	Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	ei	ei
SR-006	Projektien tietojen siirtyminen järjestelmään	ei	kyllä, vaatii uudelleenohjelmointia
SR-007	Käyttäjätunnistus	kyllä	TATU-ASP, VAARAINFO
SR-008	Jakelulistojen luominen	kyllä	VAARAINFO
SR-009	Sähköpostin lähettäminen	kyllä	VAARAINFO



Taulukko 11. TATU-ASP- ja VAARAINFO-järjestelmien vastaavuus käyttäjävaatimukseen.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa/miten toteutettu
UR-001	Käyttäjryhmien luku- ja kommentointioikeudet	osittain	kyllä, vaatii räätälöimistä mm. dokumenttien osalta
UR-002	Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuorganisaatiolle	osittain	kyllä, järjestelmäintegraation kautta
UR-003	Tietojen syöttäminen	kyllä	TATU-ASP
UR-004	Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	osittain	tapahtuman luokittelu toteutettu, toimenpiteiden luokittelu vaatii uudelleenohjelmointia
UR-005	Automaattinen tiedotus poikkeamasta	osittain	VAARAINFO, vaatii räätälöintiä
UR-006	Tapahtuman tilat	osittain	VAARAINFO, vaatii räätälöintiä
UR-007	Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	osittain	TATU-ASP, VAARAINFO, vaatii räätälöintiä
UR-008	Väärin poikkeamien käsitteleminen	kyllä	TATU-ASP, VAARAINFO
UR-009*	Tapahtuman syiden ja seurausten hahmotamien	ei	kyllä, vaatii uudelleenohjelmointia
UR-010	Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	kyllä	TATU-ASP
UR-011	Manuaalinen raportointi	kyllä	TATU-ASP, VAARAINFO
UR-012	Automaattinen raportointi	ei	kyllä, vaatii uudelleenohjelmointia

Taulukko 12. Työterveyslaitoksen vastaavuus toimittajavaatimuksiin.

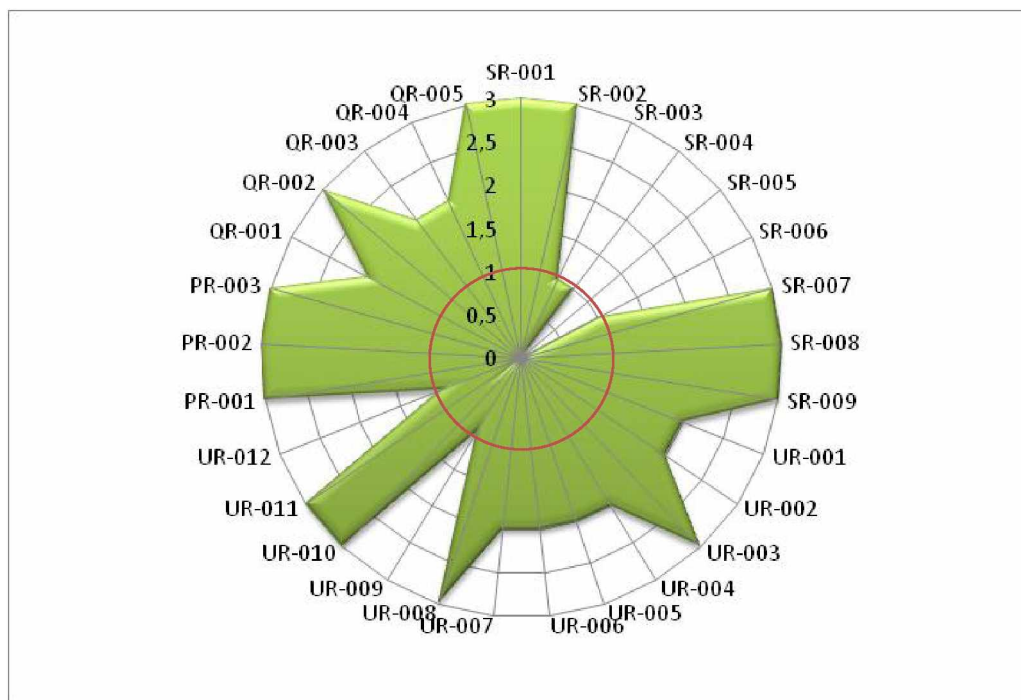
tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa/miten toteutettu
PR-001	Käyttöönotto	kyllä	ei kuulu hintaan, erikseen saatavilla
PR-002	Käyttötuki	kyllä	arkisin klo. 8-17 puhelimitse sekä sähköpostilla
PR-003	Ylläpito	kyllä	virheiden korjaaminen kuuluu hintaan, muutoksista laskutetaan erikseen

Taulukko 13. TATU-ASP- ja VAARAINFO-järjestelmien vastaavuus laatuvaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa/miten toteutettu
QR-001	Luotettavuus	osittain	suunnittele mattomia käyttökatkoja ei ole ollut, virheistä ilmoitus kolmannelle osapuolelle, joka hoitaa järjestelmän ylläpidon, korjaukset aloitetaan vuorokauden sisällä
QR-002	Suorituskyky	kyllä	Suorituskyvyn nostaminen mahdollista
QR-003	Käytettävyys	osittain	Käyttöliittymän suunnittelussa haastateltu käyttäjiä
QR-004	Turvallisuus	osittain	SSL-salaus
QR-005	Muunneltavuus	osittain	Tekniikan ei pitäisi rajoittaa muunneltavuutta, alustan vaihtaminen ei mahdollista

Työterveyslaitoksen järjestelmät toimitetaan sovellusvuokrauksena, jolloin ohjelmistoista maksetaan kuukausivuokra. Haastateltava arvioi, että rautatieosaston vaatimuksia vastaavan järjestelmän kuukausivuokra on noin 2000–3000 €. Järjestelmän vuosikustannukset olisivat tällöin 24 000 € - 36 000 €. Vastaavasti räätälöimättömän TATU-ASP-järjestelmän kuukausivuokra on 1500 €. Työterveyslaitos tarjoaa ohjelmistoilleen puhelinkäyttötuen sekä sähköpostin välityksellä toimivan käyttötuen arkipäivisin klo. 8-17. Työterveyslaitos tarjoaa käyttökoulutusta asiakkaiden tarpeiden perusteella erillisenä palveluna. Ohjelmistossa on sisäänrakennettu käyttöopas, jonka voi myös tulostaa. Työterveyslaitoksen kautta toimitetun järjestelmän toimitusaika on arviolta 6-12 kk.

Kuvassa 14 on esitelty Työterveyslaitoksen tarjoamien järjestelmien vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin. Työterveyslaitos ei voinut toteuttaa avoimeen tietokantaan liittyvää vaatimusta, mutta koska vaatimus ei ollut pakollinen, vaan se oli määritelty alemmalle prioriteetille, toimittaja voidaan ottaa vertailussa huomioon. Kaiken kaikkiaan järjestelmässä oli paljon puutteita toiminnallisuuksien suhteen, mutta kaikki (avointa tietokantaa lukuun ottamatta) ovat toteutettavissa uudelleenohjelmoinnin kautta. Kuvasta on väritetty yhteensä 76 %.



Kuva 14. Työterveyslaitoksen järjestelmien vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin

## 6.4 Proxion ja Django

Proxionilta haastateltiin liiketoimintajohtajaa sekä järjestelmäkehittäjää. Haastattelujen mukaan Proxionilla on tarjolla kaksi tapaa toteuttaa turvallisuustiedon keruujärjestelmä. Heillä on käytössä alun perin Firefoxin loppukäyttäjää varten tehty avoimen koodin vikaraportointityökalu Bugzilla, jota Proxion on räätälöinyt asiakkailleen heidän tarpeitaan vastaavaksi. Bugzilla on valmis ohjelmisto, joka räätälöidään asiakkaille sopivaksi käyttöliittymän sekä toimintojen puolesta. Bugzillan haittana on järjestelmäintegraatioon vaadittavien rajapintojen puute, sekä ohjelman heikko muunneltavuus käyttöympäristön muuttuessa. Bugzilla voisi toimia tämän hetken ratkaisuna, mutta vähäisten jatkokehitysmahdollisuuksien vuoksi Proxion ei suosittele sen käyttämistä, eikä Bugzillaa huomioida vertailussa muuten kuin Django-alustaan siirrettävien toiminnallisuuksien osalta.

Toinen vaihtoehto on kehittää järjestelmä Django-webkehitysalustan avulla, jonka etuna ovat avoimet rajapinnat järjestelmäintegraatiota varten (Proxion, 2010). Djangoissa ei ole tällä hetkellä laajoja raportointiominaisuuksia, mutta niiden tekeminen on mahdollista. Tämän perusteella Proxion tarjoaa ratkaisuksi uuden järjestelmän kehittämistä vaatimuksiin sopivalle kehitysalustalle, jolle on toteutettu samankaltais-

sia sovelluksia aikaisemmin, jolloin näiden sovellusten toiminnallisuuksia voidaan hyödyntää turvallisuustiedon keruujärjestelmän kehittämisessä. Vertailuun otetaan huomioon ne toiminnallisuudet, jotka Proxion on toteuttanut muiden projektien aikana Django-webkehitysalustalle.

Taulukoissa 14–17 on esitelty Django-webkehitysalustalle tehtävän järjestelmän ominaisuudet. Tähdellä (\*) merkityt vaatimukset eivät ole pakollisia.

*Taulukko 14. Django-webkehitysalustan vastaavuus järjestelemävaatimuksiin.*

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
SR-001	Tietokanta	kyllä	
SR-002	Web-käyttöliittymä	kyllä	
SR-003*	Mobiilikäyttöliittymä	osittain	toteutettavissa
SR-004	Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	osittain	toteutettavissa
SR-005*	Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	osittain	toteutettavissa
SR-006	Projektien tietojen siirtyminen järjestelmään	ei	toteutettavissa järjestelmäintegraation kautta
SR-007	Käyttäjätunnistus	kyllä	
SR-008	Jakelulistojen luominen	kyllä	
SR-009	Sähköpostin lähettäminen	kyllä	

Taulukko 15. Django-webkehitysalustan vastaavuus käyttäjävaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
UR-001	Käyttäjäryhmien luku- ja kommentointioikeudet	kyllä	
UR-002	Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuuorganisaatiolle	kyllä	
UR-003	Tietojen syöttäminen	kyllä	
UR-004	Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	osittain	toteutettavissa
UR-005	Automaattinen tiedotus poikkeamasta	kyllä	
UR-006	Tapahtuman tilat	osittain	toteutettavissa
UR-007	Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	kyllä	
UR-008	Väärin poikkeamien käsitteleminen	kyllä	
UR-009*	Tapahtuman syiden ja seurausten hahmottaminen	ei	toteutettavissa
UR-010	Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	kyllä	
UR-011	Manuaalinen raportointi	osittain	toteutettavissa
UR-012	Automaattinen raportointi	osittain	toteutettavissa

Taulukko 16. Proxionin vastaavuus toimittajavaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
PR-001	Käyttöönotto	kyllä	
PR-002	Käyttötuki	kyllä	
PR-003	Ylläpito	kyllä	

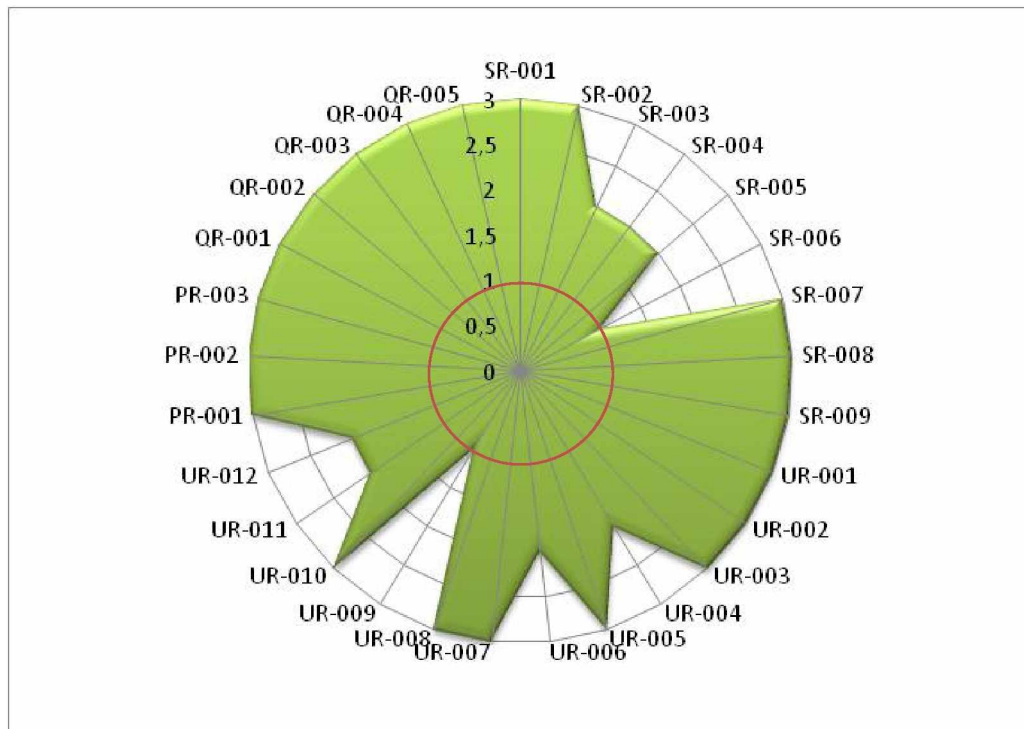


Taulukko 17. Django-webkehitysalustan vastaavuus laatuvaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
QR-001	Luotettavuus	kyllä	Käytetyt tekniikat luotettavia, ei ole ollut suunnittelemattomia käyttökatkoja, virhetilanteisiin reagoiminen palvelutason mukaisesti
QR-002	Suorituskyky	kyllä	Suorituskyvyn nostaminen mahdollista
QR-003	Käytettävyys	kyllä	Käyttöliittymä suunnitellaan testiversioiden avulla. Loppukäyttäjät otetaan mukaan jo suunnitteluvaiheessa, jolloin heidät saadaan sitoutettua järjestelmän kehittämiseen sekä käyttöönottoon.
QR-004	Turvallisuus	kyllä	SSL-salaus, varmuuskopiointi päivittäin ja tunneittain, varapalvelin ei sijaitse samassa tilassa kuin varsinainen palvelin
QR-005	Muunneltavuus	kyllä	Tekniikka ei rajoita järjestelmän ylläpitoa ja muunneltavuutta. Alustan vaihtaminen mahdollista järjestelmän vaatimusten mukaan

Proxion tarjoaa käyttöönottoa varten koulutuksen, mutta painottaa, että järjestelmän käytön kannalta paras ratkaisu on ottaa loppukäyttäjät mukaan jo järjestelmän kehitysvaiheessa erilaisten kehitysseminaarien kautta. Tällöin loppukäyttäjät kokevat, että järjestelmä on todellakin kehitetty heidän tarpeisiinsa, ja järjestelmän käytön omaksuminen on helpompaa. Proxion järjestää koulutuksen järjestelmän pääkäyttäjälle, jolle se tarjoaa käyttötuen sekä puhelimitse että sähköpostitse. Loppukäyttäjät ovat yhteydessä ongelmatilanteissa pääkäyttäjään. Järjestelmä myydään asiakkaalle suoraan, jolloin se toimii asiakkaan palvelimella. Järjestelmän toimitus tapahtuu asenteittain; koekäyttöön toimitettava järjestelmä, jossa on toteutettuna päätoiminnallisuudet, on valmis yhden kuukauden kuluttua tilauksesta. Järjestelmää kehitetään iteratiivisesti koekäyttöjaksojen avulla ja valmis järjestelmä on valmis noin kolmen kuukauden kuluttua tilauksesta. Järjestelmän hinta on arvioilta noin 60 000 – 80 000 €. Järjestelmän kehitysvaiheessa alusta voidaan myös vaihtaa Java-alustaan, jos Django osoittautuu jatkokehitysmahdollisuuksiltaan liian suppeaksi. Kehitysalustan vaihtaminen sisältyy hinta-arvioon.

Kuvassa 15 on esitelty Proxionin tarjoaman, Django-kehitysalustalle tehdyn järjestelmän vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin. Django vastaa suurilta osin rautatieosaston vaatimuksia, mutta muun muassa poikkeamien käsittelyyn liittyen useita toimintoja puuttuu, tai niitä pitäisi räätälöidä huomattavasti. Kuvasta on väritetty yhteensä 87 %.



Kuva 15. Proxionin järjestelmän vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin

## 6.5 3T Monitori

3T Monitori on 3T Ratkaisut Oy:n tekemä turvallisuusjohtamisen tietojärjestelmä. Järjestelmä on selainpohjainen tietokantaratkaisu, joka voidaan räätälöidä asiakas-kohtaisesti ja julkaista millä tahansa kielellä. Sen avulla organisaatio voi muun muassa:

- kerätä ja tutkia erilaisia poikkeamia, esim. läheltä piti -tilanteet, tapaturmat, ympäristövahingot ja laatuvirheet
- toteuttaa riskien arviointia - työn vaaranarviointi (esim. 3T Riskinarviointi -menetelmällä) tai laajemmin analysoimalla yrityksen riskejä
- tehdä lakisääteisiä tarkastuksia ja omaehtoista työympäristön tarkkailua
- hallita kaikkea turvallisuuteen liittyvää tietoa: pöytäkirjoja, työhygieenisia mittauksia, työ- ja turvallisuusohjeita, viranomaislupia, pätevyyskysymyksiä jne
- raportoida eri osapuolille joko graafisin valmisraportein tai viedä esim. Exceliin
- suunnitella, vastuuttaa ja seurata korjaavia toimenpiteitä loppuun saakka (3T Ratkaisut, 2010.)

3T Monitorin osalta haastateltiin 3T Ratkaisut Oy:n järjestelmäasiantuntijaa. Yritys on toteuttanut vastaavanlaisen järjestelmän toiselle rautatieympäristössä toimivalle yritykselle, minkä seurauksena 3T Ratkaisulla on tarjota järjestelmä, joka toiminnoiltaan vastaa rautatieosaston vaatimuksia, mutta järjestelmää tulee räätälöidä tietosäällön sekä prosessien osalta asiakkaan organisaatiota vastaavaksi.

Taulukoissa 18–21 on esitetty, miten 3T Monitori vastaa rautatieosaston määrittelemiä vaatimuksia. Tähdellä (\*) merkityt vaatimukset eivät ole pakollisia.

*Taulukko 18. 3T Monitorin vastaavuus järjestelmävaatimuksiin.*

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
SR-001	Tietokanta	kyllä	
SR-002	Web-käyttöliittymä	kyllä	
SR-003*	Mobiilikäyttöliittymä	ei	kyllä
SR-004	Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	kyllä	
SR-005*	Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	kyllä	
SR-006	Projektien tietojen siirtäminen järjestelmään	kyllä	
SR-007	Käyttäjätunnistus	kyllä	
SR-008	Jakelulistojen luominen	kyllä	
SR-009	Sähköpostin lähettäminen	kyllä	



Taulukko 19. 3T Monitorin vastaavuus käyttäjävaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
UR-001	Käyttäjäryhmien luku- ja kommentointioikeudet	kyllä	
UR-002	Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuuorganisaatiolle	kyllä	
UR-003	Tietojen syöttäminen	kyllä	
UR-004	Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	kyllä	
UR-005	Automaattinen tiedotus poikkeamasta	kyllä	
UR-006	Tapahtuman tilat	kyllä	
UR-007	Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	kyllä	
UR-008	Väärin poikkeamien käsitleminen	kyllä	
UR-009*	Tapahtuman syiden ja seurausten hahmottaminen	kyllä	
UR-010	Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	kyllä	
UR-011	Manuaalinen raportointi	kyllä	
UR-012	Automaattinen raportointi	kyllä	

Taulukko 20. 3T Ratkaisut Oy:n vastaavuus toimittajavaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
PR-001	Käyttöönotto	osittain	asiakkaan pääkäyttäjille sekä kouluttajille järjestetään koulutus, jotka järjestävät koulutuksen itse loppukäyttäjille, manuaaleja ei ole, vaan apua help-toiminnon kautta (sisältöä voi itse päivittää)
PR-002	Käyttötuki	osittain	pääkäyttäjien kautta
PR-003	Ylläpito	kyllä	etäyhteys, testi- ja tuotantojärjestelmien avulla virheiden korjaaminen

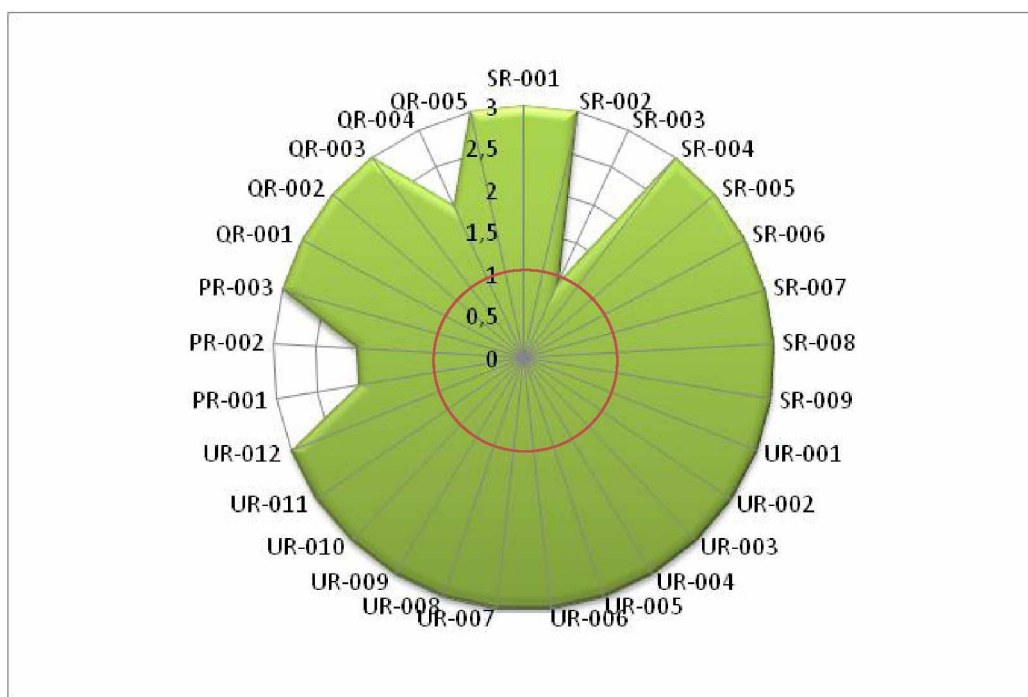
Taulukko 21. 3T Monitorin vastaavuus laatuvaatimuksiin.

tunniste	vaatimus	onko toteutettu	onko toteutettavissa
QR-001	Luotettavuus	kyllä	Ei ole ollut suunnitelmattomia käyttökatkoja, osallistuu virhetilanteiden korjaamiseen etäyhteydellä vaikka virhetilanne ei liity ohjelmistoon, virhetilanteisiin reagoiminen palvelusopimuksen mukaan.
QR-002	Suorituskyky	kyllä	Suorituskyvyn nostaminen mahdollista
QR-003	Käytettävyys	kyllä	Käyttöliittymä suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa, ja sitä kehitetään loppukäyttäjiltä saadun palautteen perusteella.
QR-004	Turvallisuus	osittain	SSL-salaus
QR-005	Muunneltavuus	kyllä	Tekniikka ei rajoita järjestelmän ylläpitoa ja muunneltavuutta. Alustan vaihtaminen mahdollista järjestelmän vaatimusten mukaan

3T Monitori-järjestelmä myydään asiakkaalle kokonaisuutena, jolloin yhdellä kertaa maksettava korvaus muodostuu järjestelmän lisenssimaksusta sekä siihen tehdyistä muutoksista. Lisenssimaksu määräytyy organisaation koon sekä järjestelmässä käytettyjen ominaisuuksien sekä toimintojen mukaan. Tämän lisäksi 3T Ratkaisut myy asiakkaalleen ylläpitopalvelun, joka kattaa järjestelmään tehtävät korjaukset sekä päivitykset. Ylläpidon vuosimaksu määräytyy lisenssihintaan perustuvan prosenttiosuuden mukaan. Haastateltava ei pystynyt arvioimaan järjestelmän hintaa, mutta kertoi sen sijoittuvan räätälöinneistä riippuen 150 000 € - 300 000 €:n välille.

3T Ratkaisut ei tarjoa loppukäyttäjille kohdistuvaa käyttötukea, vaan käyttötuki tapahtuu asiakkaan pääkäyttäjien kautta. 3T Ratkaisut kouluttaa asiakkaan organisaatiosta tietyn määrän pääkäyttäjää sekä kouluttajia, jotka jakavat tiedon organisaation sisällä. Ongelmatilanteissa pääkäyttäjä ottaa yhteyttä 3T Ratkaisuihin. Asiakas saa toimituksen yhteydessä sekä tuotantojärjestelmän että testijärjestelmän, jolloin tehdyt korjaukset testataan etäyhteydellä testijärjestelmässä ennen niiden siirtämistä tuotantojärjestelmään.

Kuvassa 16 on esitelty 3T Ratkaisujen tarjoaman järjestelmän vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin. Järjestelmä on kokonaisuutena hyvin valmis ohjelmisto, eikä se vaadi kovin paljoa uudelleenohjelmointia toiminnallisuksiensa puolesta. Suurin ongelma järjestelmässä on mobiilikäyttöliittymän puuttuminen, mutta sekin on mahdollista toteuttaa. Kuvasta on väritetty yhteensä 94 %.



Kuva 16. 3T Monitori-järjestelmän vastaavuus rautatieosaston vaatimuksiin

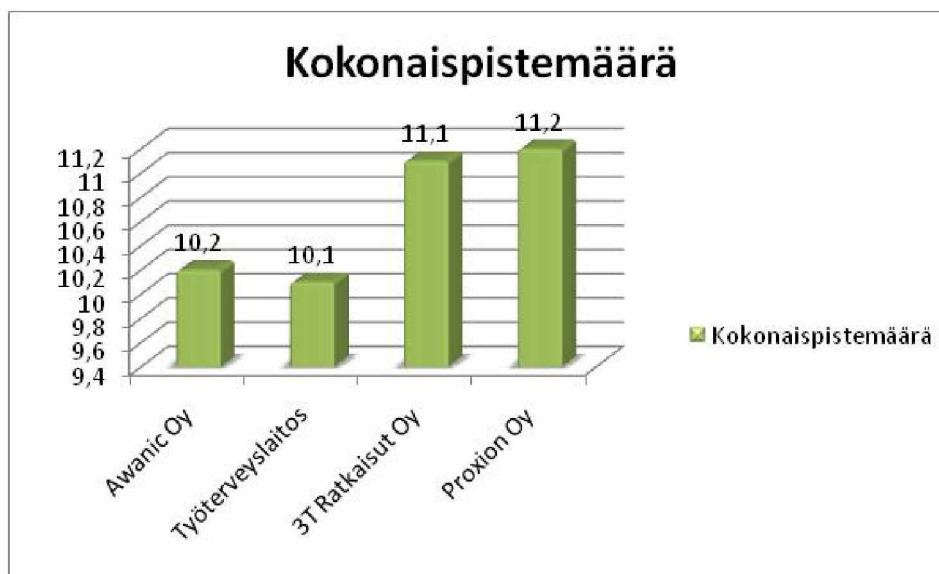
## 6.6 Toteutusvaihtoehtojen vertaileminen

Taulukossa 22 on esitetty kokonaistulokset olemassa olevien järjestelmien soveltuvuuksien vertailusta rautatieosaston turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmäksi. Toiminnallisuudet on jaettu ryhmiin; järjestelmävaatimukset, käyttäjävaatimukset, toimittajavaatimukset ja laatuvaatimukset. Taulukossa esitetyt pistemäärät ovat järjestelmien saamien pisteiden keskiarvo kultakin osa-alueelta. Vertailuun on otettu mukaan vain sellaiset vaatimukset, joiden prioriteetti on 1, eli pakolliset vaatimukset.

*Taulukko 22. Yhteenveto olemassa toimittajien saamista pisteistä.*

Järjestelmän toimittaja	Järjestelmävaatimukset	Käyttäjävaatimukset	Toimittajavaatimukset	Laatuvaatimukset
Awanic Oy	2,4	2,4	3	2,4
Työterveyslaitos	2,4	2,3	3	2,4
3T Ratkaisut Oy	3	3	2,3	2,8
Proxion Oy	2,6	2,6	3	3

Järjestelmän vertailun tuloksena Proxionin tarjoama ratkaisu vastaa rautatieosaston antamia vaatimuksia parhaiten (Kuva 17). Vertailussa voidaan nähdä selvä ero toimittajien välillä; Awanic sekä Työterveyslaitos saivat selvästi vähemmän pisteitä kuin 3T Ratkaisut sekä Proxion erityisesti laatuvaatimusten sekä käyttäjävaatimusten osalta. Osaltaan tätä tulosta voi selittää se, että Awanic ja Työterveyslaitos eivät ole aikaisemmin toimittaneet järjestelmää suoranaisesti rautatiealan turvallisuustiedon keruuta sekä käsittelyä varten, vaan he ovat toimineet muilla toimialoilla. 3T Ratkaisut sekä Proxion ovat puolestaan tehneet järjestelmiä rautatiealan tarpeisiin sekä turvallisuuspoikkeamien käsittelyyn ennenkin, minkä vuoksi heillä oli enemmän rautatieosaston vaatimia toimintoja toteutettuna. Toimialakohtainen tuntemus sekä kokemus nousivat siis tässä vertailussa ratkaiseviksi tekijöiksi.



Kuva 17. Järjestelmätarjoajien kokonaispistemäärät.

Järjestelmien arvioidut kustannukset on esitetty taulukossa 23. Awanicin sekä Työterveyslaitoksen järjestelmät myydään ASP-sovellusvuokrauspalveluna, jolloin asiakas maksaa järjestelmän käytöstä kuukausimaksun. 3T Ratkaisut sekä Proxion myyvät valmistamansa järjestelmän asiakkaalle suoraan, jolloin järjestelmä maksetaan sen toimituksen yhteydessä kokonaisuudessaan. Työterveyslaitoksen sekä 3T Ratkaisujen tarjoaman ratkaisun osalta kustannusten vertailussa tulee ottaa huomioon myös järjestelmän käyttöikä; jos järjestelmä on käytössä yli 10 vuotta, on 3T Ratkaisujen järjestelmä kustannuksiltaan edullisempi, vaikka järjestelmän hinnaksi muodostuisikin 300 000 €. Jos järjestelmän hinta on lähempänä 100 000 €:a, järjestelmän käyttöiän tulee olla yli neljä vuotta jotta 3T Ratkaisujen järjestelmä olisi edullisempi. Vastaa- vasti järjestelmän käyttöiästä riippuu myös Proxionin sekä Työterveyslaitoksen järjestelmien kustannusten vertaileminen; jos järjestelmän käyttöikä on enemmän kuin kaksi vuotta, Proxionin järjestelmä olisi edullisempi. Rautatieosaston tapauksessa voidaan olettaa, että järjestelmä tulee olemaan käytössä pidempään kuin kaksi vuotta, jolloin Proxionin toimittama järjestelmä on edullisempi.

Taulukko 23. Järjestelmien arvioidut kustannukset.

Järjestelmän toimittaja	Kustannukset	Järjestys
Awanic Oy/ HaiPro	4200 €/vuosi + 500 € käyttöönottomaksu	1
Työterveyslaitos / TATU-ASP	noin 30 000 €/vuosi	4
3T Ratkaisut Oy/ 3T Monitori	100 000 € - 300 000 €	4
Proxion Oy/ Django	60 000 € - 80 000 €	2

## 7 Tutkimustulosten analysointi ja yhteenveto

Luvussa seitsemän on esitelty tutkimuksen keskeiset tulokset; luku 7.1. esittelee empiiristen tutkimusten tuloksia ja näiden arviointia. Luvussa 7.2. tarkastellaan jatko-toimenpiteitä Liikenneviraston kannalta eli niitä toimia, joita sen tulee tehdä ennen varsinaisen järjestelmän toteuttamista.

### 7.1 Keskeiset tulokset ja niiden analysointi

Yhteenvetona järjestelmän sidosryhmien edustajien haastatteluista voidaan sanoa, että kaikilla sidosryhmillä on sama toive turvallisuustiedon keruujärjestelmään liittyen; kaikki haluavat saada yhdenmukaiset toimintatavat sekä järjestelmän, joiden avulla eri osapuolet voivat saada reaaliaikaista sekä yhtenäistä tietoa turvallisuuspoikkeamista. Liikenneviraston eri osastoilla on hyvin samankaltaiset vaatimukset turvallisuustiedon keruujärjestelmälle, sillä kaikki käsittelevät samantyyppistä tietoa, vaikka liikennemuoto onkin erilainen. Näin ollen eri osastot toivovatkin, että kehitettäisiin yksi järjestelmä, joka palvelisi kaikkia liikennemuotoja. Urakoitsijat ja rakennuttajat ovat niin ikään samaa mieltä; turvallisuustiedon keruuta halutaan helpottaa ja nopeuttaa sähköisellä, yhtenäisellä järjestelmällä, joka toimisi myös tiedonvälittäjänä eri osapuolten välillä edesauttaen näiden tasa-arvoisuutta. TraFi puolestaan haluaa saada täsmällisempää, tarkempaa ja reaaliaikaisempaa tietoa turvallisuuspoikkeamista, mikä näkyy myös sen asettamissa asetuksissa ja lakiuudistuksissa. Kaiken kaikkiaan nykyiseen menetelmään ei olla tyytyväisiä, ja jotta infra-alan työturvallisuuden edistäminen olisi tehokasta, turvallisuustietojen keruu ja käsitteleminen tulisi hoitaa keskitetysti ja hallitusti yhden tahon toimesta.

Vertailtaessa järjestelmien ominaisuuksia vaatimusmäärittelyihin huomattiin, että valmista järjestelmää turvallisuustiedon keruuseen sekä käsittelyyn rautatieosaston vaatimilla määrittelyillä ei ole olemassa, vaan jokainen olemassa oleva järjestelmä vaatii enemmän tai vähemmän räätälöintiä. Kun järjestelmiä vertailtiin toisiinsa parhaan toteutustavan löytämiseksi, havaittiin, että toimittajien aikaisempi kokemus ja tuntemus rautatiealasta vaikuttivat vertailussa positiivisesti. Tässä yhteydessä huomattiin, että sellainen toimija, joka oli tehnyt järjestelmiä rautatiealalle aikaisemminkin, pystyi tarjoamaan valmiimman ratkaisun, sillä tällaisen toimijan järjestelmässä oli kattavammin toteutettuna rautatieosaston vaatimat toiminnot.

Tutkimuksessa vertailtiin kolmea erilaista tapaa toteuttaa järjestelmä neljän toimittajan avulla:

- 1) Valmiin sovelluksen räätälöiminen rautatieosaston tarpeisiin, hankkimismuotona järjestelmän vuokraaminen ASP-palveluna (Työterveyslaitos, Awanic Oy)
- 2) Valmiin sovelluksen räätälöiminen rautatieosaston tarpeisiin, hankkimismuotona järjestelmän ostaminen (3T Ratkaisut Oy)
- 3) Järjestelmän kehittäminen vaatimuksia vastaavalle kehitysalustalle (johon saadaan toiminnallisuuksia aikaisemmin kehitetyistä sovelluksista), hankkimismuotona järjestelmän ostaminen (Proxion Oy).

Järjestelmien vertailussa on otettava huomioon toimitusmuoto; Awanic sekä Työterveyslaitos tarjoavat ratkaisunsa ASP-sovellusvuokrauspalveluna, jolloin sekä järjes-

telmä että tietokanta sijaitsevat palvelun tarjoajan palvelimella, kun taas 3T Ratkaisut sekä Proxion myyvät asiakkaalle valmiin järjestelmän, jolloin ohjelma sekä tietokanta ovat asiakkaan hallinnassa. Sovellusvuokrauspalvelussa asiakas saa järjestelmän käyttöönsä tiettyä kuukausimaksua vastaan, jolloin alkukustannukset jäävät vähäisiksi. Awanicin määrittelemä kuukausivuokra on suhteellisen edullinen muihin vastaaviin toimittajiin verrattuna. Siihen, kumpi ratkaisu soveltuu Liikenneviraston tarpeisiin parhaiten, vaikuttavat muun muassa järjestelmän alkuinvestointiin käytettävissä olevat varat sekä järjestelmän oletettu käyttöikä. Myös järjestelmän muunneltavuustarpeet sekä organisaation oma osaaminen tietokannan sekä palvelimen ylläpidossa tulee ottaa tätä ratkaisua tehdessä huomioon.

Tutkimuksen tuloksena voidaan sanoa, että järjestelmä on järkevintä toteuttaa Proxionin tarjoaman ratkaisun pohjalta, eli rautatieosaston uudeksi turvallisuustiedon keruujärjestelmäksi tulee rakentaa kokonaan uusi järjestelmä. Jos järjestelmä rakennetaan alusta alkaen Liikenneviraston erityistarpeita vastaavaksi, on järjestelmän ostaminen ainut vaihtoehto, sillä vuokraus on mahdollista yleensä vain valmiiden pakettiohjelmien kohdalla. Neljää toimittajaa vertailemalla huomattiin, että kustannusten osalta suurta eroa valmiin räätälöimisessä tai uuden tekemisessä ei ole; uuden tekeminen voi olla jopa edullisempaa kuin vanhan muokkaaminen käyttöön soveltuvaaksi.

Olemassa olevaa järjestelmää räätälöimällä voidaan joissain tapauksissa saada tämän hetken tarpeita sopiva järjestelmä edullisemmin, mutta tällöin järjestelmän kehittäminen ja muokkaaminen eivät välttämättä ole enää jatkossa mahdollisia. Suurin ongelma olemassa olevan järjestelmän räätälöinnissä onkin se, että järjestelmä on alun perin kehitetty jonkun toisen yrityksen tarpeisiin. Silloin sen teknisissä ja arkkitehtuurisissa ratkaisuissa ei ole otettu huomioon rautatieosaston ja Liikenneviraston erityistarpeita ja laatuvaatimuksia.

Liikenneviraston organisaatiouudistuksen myötä järjestelmän muunneltavuus on avainasemassa; vaikka järjestelmän toteutusta pohdittiin tutkimuksen tekohetkellä vain rautatieosaston näkökulmasta, tulevaisuudessa rautatieosastoa ei ole, vaan rautatie-, tie- ja meriosastot jakautuvat liikennemuodosta riippumattomiin osastoihin liikennejärjestelmä-, investointi-, kunnossapito-, liikenteenhallinta- ja hallinto-toimialoihin. Tällöin järjestelmän kehityksessä on huomioitava myös mahdollisuus laajentaa järjestelmää palvelemaan jatkossa koko Liikennevirastoa. Liikenneviraston kannalta huonot arkkitehtuuriratkaisut näkyvät järjestelmän ylläpidettävyydessä sekä muunneltavuudessa, kun toimintaympäristön muuttuessa järjestelmää ei enää voida sovittaa uudenaikaisiin vaatimuksiin sopivaksi. Ohjelmiston muunneltavuus on myös TraFin kannalta tärkeää, sillä tutkimuksen teko hetkellä ei voida tietää, mitä vaatimuksia EU jatkossa asettaa tai mitä etuja päivitetty Syergi tuo.



## 7.2 Jatkotoimenpiteet

Haastattelujen, kirjallisuusselvityksen sekä tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan määritellä muutamia toimenpiteitä, jotka Liikenneviraston sekä rautatieosaston tulisi selvittää ennen turvallisuustiedon keruujärjestelmän toteuttamista.

- 1) Kuinka tärkeä turvallisuuspoikkeamien keruu on Liikenneviraston kannalta?
- 2) Millä tavoin kaikille osapuolille saadaan yhtenäiset toimintatavat?
- 3) Miten järjestelmä tulee sijoittumaan muihin Liikenneviraston kehitteillä oleviin järjestelmiin nähden (mm. poikkeamienhallintajärjestelmä)? Tuleeko järjestelmä olemaan osa poikkeamienhallintajärjestelmää, vai tuleeko se toimimaan poikkeamienhallintajärjestelmän lähdejärjestelmänä?
- 4) Miten organisaatiomuutos vaikuttaa järjestelmän toteuttamiseen? Kenen käyttöön järjestelmä tulee? Mitkä sidosryhmät tulee lisäksi ottaa järjestelmän suunnittelussa huomioon?
- 5) Mitkä ovat ne järjestelmät, joiden kanssa turvallisuustiedon keruujärjestelmän tulee kommunikoida (Liikenneviraston ulkopuolella)? Voidaanko kehittää ns. yleisiä rajapintoja eri sidosryhmiä ja heidän järjestelmiään varten?
- 6) Mitä kommunikointi Synergin kanssa vaatii?
- 7) Halutaanko järjestelmä toteuttaa vuokraamalla valmis järjestelmä ASP-palveluna vai halutaanko järjestelmä ostaa järjestelmätoimittajalta, jolloin se tehdään Liikenneviraston vaatimuksien pohjalta? Mitä asioita toimittajalta vaaditaan muun muassa käyttöönottoon ja ylläpitoon liittyen?
- 8) Mikä tulee olemaan järjestelmän käyttäjien määrä? Mitkä turvallisuuskoordinaattorien tehtävät tulevat olemaan, ja miten tämä tulee ottaa huomioon suunniteltaessa järjestelmän rakennetta?

Ennen turvallisuustiedon keruujärjestelmän toteutusta Liikenneviraston tulee määritellä turvallisuustietojen keruuprosessin tärkeys sekä kuinka paljon Liikennevirasto haluaa panostaa turvallisuuskulttuurin parantamiseen; turvallisuustietojen säännöllinen keruu ja analysointi edesauttavat tutkitusti infra-alan työturvallisuutta (Selnes, 2007). Liikenneviraston tulee priorisoida turvallisuustiedon keruu sekä työturvallisuuden kehittäminen yleisesti strategiselta kannalta, sillä turvallisuustiedon keruutapojen kehittämiseen käytettävien resurssien määrä tulee olla suoraan verrannollinen prosessin kriittisyyteen ja tärkeyteen. Jos työturvallisuuden kehittäminen nähdään hyvin tärkeäksi liiketoiminnan kannalta, tulee sen kehittämiseen varata riittävästi resursseja (Gardiner & Rushton, 1997.)

Haastatteluihin ja GNA-hankkeeseen (Selnes, 2007) perustuen Liikenneviraston tulee myös pohtia, millä tavalla turvallisuustiedon keruu saadaan toimimaan yhtenäisesti ja hallitusti eri osapuolten kesken; jos kaikki eivät kerää turvallisuuspoikkeamatietoja yhtenäisillä menetelmillä ja tavoilla, ei tilanteesta saada realistista kuvaa, ja mahdollisuus turvallisuustilan analysointiin ja sen parantamiseen heikentyy.

Tutkimussuunnitelmaan kuului Liikenneviraston sisäisten tietojärjestelmien välisten yhteyksien määrittelemineen, mutta Liikenneviraston muut tietojärjestelmät olivat tutkimuksen tekohetkellä kehitystyön alla; yhteyksiä järjestelmien välille ei voitu määritellä tutkimuksessa. Ennen järjestelmän toteuttamista nämä rajapinnat tulee selvittää, ja myös Liikenneviraston EAI-alustojen käyttömahdollisuudet järjestelmäintegraatioon liittyen tulee tutkia. Tässä yhteydessä tulee tarkentaa, miten turvallisuustiedon keruujärjestelmä sijoittuu Liikenneviraston tietojärjestelmäarkkitehtuuriin, ja



minkä järjestelmien kanssa sen tulee kommunikoida (esimerkiksi Sampo- ja Liikejärjestelmät). Myös turvallisuustiedon keruujärjestelmän ja Liikennevirastossa kehitteillä olevan poikkeamienhallintajärjestelmän suhde tulee selvittää tarkemmin. Haastattelujen perusteella tulee pohtia, onko järkevää tehdä kaksi eri järjestelmää, vai tuleeko kehittää yksi järjestelmä, johon molemmat toiminnallisuudet kuuluvat.

Liikenneviraston tulee ensisijaisesti selvittää, kehitetäänkö järjestelmä palvelemaan vain rautatieosastoa, vai onko järkevämpää kehittää liikennemuodosta riippumaton järjestelmä, joka olisi käytössä Liikenneviraston kaikilla osastoilla. Haastattelujen perusteella kaikkien osastojen tarpeet ovat samankaltaiset, jolloin yhden liikennemuodosta riippumattoman järjestelmän kehittäminen on mahdollista ja hallinnoimisen kannalta järkevää ja toivottavaa. Organisaatiomuutoksen vaikutukset turvallisuuspoikkeamien keruuseen on otettava huomioon järjestelmän kehityksessä; mitä vaatimuksia tästä seuraa, sekä miten ne vaikuttavat järjestelmän kehittämiseen. Jos kehitettävä järjestelmä tulee palvelemaan myös muita liikennemuotoja, tulee muiden osastojen sidosryhmiä haastatella vaatimuksien määrittelymisen yhteydessä.

Liikenneviraston tulee päättää, halutaanko järjestelmän kommunikoivan sidosryhmiin (TraFi, rakennuttajat, urakoitsijat) järjestelmien kanssa, ja missä laajuudessa TraFi lainsäätäjänä huomioidaan. VTT:n järjestämän Turvatieto-projektin työpajan tuloksiin (Kallberg, 2010a) sekä tutkimuksessa tehtyjen haastattelujen perusteella eri toimijat kannattavat yhtenäisen järjestelmän kehittämistä, joka voidaan integroida muihin järjestelmiin. Tällöin vältetään ylimääräiseltä työltä (samoja tietoja ei tarvitse syöttää moneen eri järjestelmään) ja edesautetaan tietojen yhtenäisyyttä sekä ajantasaisuutta. Tämä ratkaisu edistää myös eri toimijoiden tasavertaisuutta, sillä näin kaikilla toimijoilla on sama tieto saatavilla. Jos järjestelmäintegraatio halutaan toteuttaa, tulee sen toteutustapa selvittää; tarjotaanko muutamia yleisiä rajapintoja sidosryhmien käyttöön (nämä rajapinnat tulee myös selvittää) ja toteutetaanko joihinkin järjestelmiin suora integraatio, kuten esimerkiksi TraFin Synergi-järjestelmään. Tässä yhteydessä TraFin uuden Synergi-version tarjoamat integrointimahdollisuudet tulee selvittää, ja niiden yhteensopivuutta Liikenneviraston valmiiden EAI-alustojen (esimerkiksi Santra) kesken tutkia, sillä tutkimuksen tekohetkellä näiden selvittäminen ei ollut mahdollista.

Liikenneviraston tulee päättää järjestelmätoimittajaa valitessaan, haluaako se ostaa Liikenneviraston tarpeisiin tehdyn järjestelmän vai vuokrata valmiin järjestelmän ASP-periaatteella. Järjestelmän toimittajan valinnassa tulee ottaa huomioon toimistustavan sekä kustannusten lisäksi myös toimittajan tarjoamat palvelut järjestelmän käyttöönottoon sekä ylläpitoon liittyen (Armbrust et al., 2010). Toimintaympäristön muuttumisen (Liikennevirasto, TraFi, sidosryhmät) vuoksi järjestelmän tulee olla ylläpidettävä. Järjestelmä, joka Liikennevirastolla otetaan käyttöön, ei välttämättä palvele Liikenneviraston käyttötarpeita enää muutaman vuoden kuluttua, jolloin järjestelmän ylläpidettävyyden sekä muunneltavuuden ovat avainasemassa; tuleekin pohtia, onko järjestelmän toimintoja mahdollisuus muokata uusia tarpeita vastaaviksi ja millaiset kustannukset järjestelmän muokkaamisesta aiheutuu. Näin ollen alustan, jolle järjestelmä toteutetaan, sekä sen arkkitehtuuriratkaisujen tulee tukea muunneltavuutta.

Edellä mainittujen lisäksi turvallisuustiedon keruujärjestelmän tuleva käyttäjäkunta tulee määritellä tarkemmin, jolloin saadaan tietää, kuinka monta käyttäjää järjestelmällä tulee olemaan. Käyttäjien määrä vaikuttaa sekä toteutustavan että ja järjestel-

män toteutusympäristön valintaan, sillä muun muassa järjestelmän tehokkuus riippuu käyttäjien määrästä. Tutkimuksen tekohetkellä loppukäyttäjien määrää ei voitu arvioida muutosvaiheessa olevan tilanteen vuoksi.

Haastatteluissa nousi esiin myös keskustelua turvallisuuskoordinaattoreiden käytävissä olevista resursseista poikkeamien keruun laajentumisen myötä. Tämän vuoksi myös turvallisuuskoordinaattorien tehtävät tulee määritellä tarkemmin, jotta saadaan selville kuinka paljon resursseja heillä on käytettävissä turvallisuustietojen keruuta varten; turvallisuuskoordinaattoreilla on tämän tutkimuksen mukaan suuri rooli tiedonkeruun valvomisessa sekä turvallisuuspoikkeamien käsittelyssä, ja järjestelmän sekä tiedonkeruuprosessin rakenne on määritelty tämän mukaan. Haastattelujen pohjalta määritellyssä järjestelmän toiminnallisuudessa tapahtuman syöttämisen jälkeen tiedot lähetetään turvallisuuskoordinaattorille tarkastettavaksi; jos työmaalla syötetyt tiedot ovat puutteelliset, tulee turvallisuuskoordinaattorin täydentää ne. Näin ol-  
len Liikenneviraston tulee varmistaa, että turvallisuuskoordinaattoreilla on käytettävissään riittävästi resursseja tehtävien hoitamiseksi, ja jos näin ei ole, tapahtumien käsittelyn rakennetta tulee muuttaa. Poikkeamien keräämisen laajentaminen koske-  
maan kaikkia rautatiehankkeita lisää luonnollisesti käsiteltävän tiedon määrää, mikä tulee myös ottaa tässä huomioon.

## 8 Pohdinta

Ohjelmistotalojen avulla vertailtiin erilaisia toteutustapoja ja niiden soveltuvuutta Liikenneviraston sekä rautatieosaston tarpeisiin. Tutkimuksessa analysoidut toteutusvaihtoehdot eivät ole tutkimuksen tuloksia, vaan ohjelmistotalojen avulla on esitetty erilaisia vaihtoehtoja turvallisuustiedon keruujärjestelmäksi. Tutkimuksen tuloksena ei etsitty sopivinta ohjelmistotoimittajaa, vaan muutaman eri ohjelmistotoimittajan avulla tutkittiin erilaisten toteutusvaihtoehtojen vastaavuutta tilaajan tarpeisiin.

Tutkimuksen pääongelma oli selvittää, tuleeko sähköistä turvallisuustiedon keruuta varten kehittää kokonaan uusi järjestelmä vai onko järkevämpää ottaa käyttöön jokin olemassa oleva järjestelmä ja räätälöidä se rautatieosaston tarpeisiin sopivaksi. Ongelma ratkaistiin analysoimalla nykytilanne, haastattelemalla sidosryhmien ja järjestelmätoimittajien edustajia sekä vertailemalla eri toteutusvaihtoehtoja sekä vaatimuksiin nähden että keskenään; järkevintä on rakentaa kokonaan uusi järjestelmä kustannusten sekä vaatimusten ja arkkitehtuuriratkaisujen vuoksi. (Stillman & Wu, 1988, Cusumano, 2010 ja Pressman, 2010).

Nykytila-analyysissä määriteltiin nykyisen tiedonkeruun sidosryhmät, jotka tulevat olemaan myös kehitettävän järjestelmän sidosryhmät ja käyttäjät. Näitä sidosryhmiä haastattelemalla määriteltiin järjestelmän vaatimukset sekä kuvattiin kehitettävän järjestelmän toimintaympäristö. Vaatimusten määrittelyn aikana olisi voitu haastatella useampia henkilöitä jolloin olisi saatu laajempi ja kattavampi kuva eri sidosryhmien näkökulmista turvallisuustiedon keruuseen. Haastateltavat olivat osittain samaa mieltä järjestelmän toiminnoista, mutta jokaisen haastattelun aikana ilmeni jotain uutta. Näin ollen aineiston ei voida sanoa olleen täysin kyllästetty, mutta tutkimukseen varattujen resurssien puitteissa haastatteluja ei voitu tehdä lisää. Kun järjestelmää lähdetään toteuttamaan, käyttäjäkuntaa ja sidosryhmiä tulisi haastatella laajemmin, jotta eri osastojen tarpeet ymmärrettäisiin paremmin; yksi ihminen ei voi edustaa kattavasti esimerkiksi koko tieosastoa.

Tutkimuksen tekohetkellä kaikki järjestelmän vaatimuksiin vaikuttavat asiat eivät olleet täysin selvillä tai saatavilla, jonka vuoksi haastatteluja on myös syytä jatkaa ennen järjestelmän varsinaista toteutusta; muun muassa Liikenneviraston käynnissä olleen organisaatiouudistuksen vaikutuksia toimintaympäristöön ei voitu arvioida, eikä Liikenneviraston muista tietojärjestelmistä tai näiden välisistä käyttösuhteista saatu kattavaa kuvaa, sillä kehitystyö oli meneillään (Lähesmaa & Rantonen, 2010 ja LiVi, 2010.)

Suunniteltaessa uutta ohjelmistoa on otettava huomioon ympäristö, johon ohjelmisto liitetään. Olemassa olevat järjestelmät sekä järjestelmien kommunikointi keskenään ovat tärkeitä osa-alueita järjestelmän kehittämisen onnistumisen kannalta (Sommerville, 2004 ja Pressman, 2010). Koska olemassa olevien järjestelmien uudelleenohjelmointi ei ole järkevää siitä syntyvien kustannusten vuoksi, on perusteltua käyttää EAI-mallissa esiteltyjä väliohtoja järjestelmien väliseen tiedonvälitykseen (Linthicum, 2000 ja Bisbal et al. 1999.) Liikennevirastolla on olemassa valmiita EAI-alustoja (Santra), jotka perustuvat xml-viestinvälitykseen, ja näiden käyttäminen järjestelmien välisessä tiedonsiirrossa on järkevää. EAI-alustan valintaan kannattaa myös kiinnittää huomiota, sillä Liikennevirastolla on useita erityyppisiä alustoja, jotka soveltuvat

erilaisiin käyttötarpeisiin. Järjestelmäintegraation toteutukseen voidaan kuitenkin ottaa kantaa vasta, kun tietojärjestelmäarkkitehtuurin kehittämisprojekti on valmis ja turvallisuuspoikkeamatiedon keruujärjestelmän sijoittuminen muihin järjestelmiin nähden on täysin selvillä (Lähesmaa & Rantonen, 2010).

Haastattelujen jälkeen rautatieosaston sekä TraFin määrittelemät vaatimukset koottiin yhteen, ja niiden avulla määriteltiin ne toiminnallisuudet, jotka järjestelmän avulla tulee pystyä toteuttamaan, sekä ne toiminnallisuudet, jotka järjestelmässä on hyvä olla (Sommerville, 2004 ja Robertson & Robertson, 2006). Järjestelmälle saatiin koottua haastattelujen pohjalta kattavasti vaatimuksia eri osa-alueilta, ja niiden pohjalta voitiin rakentaa yleiskuva järjestelmästä. Toteutusta varten vaatimuksia on kuitenkin liian vähän ja ne olivat yleisiä; toimintoja ei pystytty kuvaamaan riittävän tarkalla tasolla jotta niistä olisi voitu johtaa järjestelmää määritteleviä teknisiä tai arkkitehtuurisia vaatimuksia. Toteutustapojen vertailemiseen ja analysointiin vaatimuksia kuitenkin oli riittävästi ja niiden avulla muutaman esimerkkijärjestelmän arviointi onnistui hyvin.

Haastattelujen pohjalta tiedonkeruun vastuuhenkilönä pidettiin turvallisuuskoordinaattoria, jonka vastuulla tiedonkeruu sekä poikkeamien käsittely tulisivat olemaan. Järjestelmän rakenne pohjautuu hyvin suuresti tähän. On kuitenkin huomattava, että tiedonkeruun mahdollistaminen tutkimuksessa kuvatulla tavalla vaatisi paljon resursseja turvallisuuskoordinaattoreilta. Nyt tulisikin pohtia, voidaanko järjestelmä rakentaa turvallisuuskoordinaattorien varaan, vai tuleeko vastuuta hajauttaa laajemmin. Jos järjestelmä toteutetaan tutkimuksessa kuvatulla tavalla, tulee turvallisuusorganisaation rakenteen pysyä muuttumattomana myös tulevaisuudessa, jolloin turvallisuuskoordinaattorin käyttäminen tiedonkeruun vastuuhenkilönä on mahdollista.

Vaatimukset esitettiin niiden kehittämis- ja katselmointivaiheessa erilaisten käyttötapausten, kuten kaavioiden, skenaarioiden sekä vaatimuskorttien, avulla. Tämä oli järkevää järjestelmän tilaajan sekä tutkijoiden erilaisten taustojen vuoksi; asioista puhuttiin eri nimillä, mikä aiheutti epäselvyyksiä ja väärinkäsityksiä (Cockburn, 2000 ja Pressman, 2010). Vaatimuskorteista oli hyötyä myös olemassa olevien järjestelmien analysoimisessa, sillä niiden avulla vaadittavat toiminnallisuudet oli helpompi todentaa. Näitä kaavioita ja kortteja voidaan käyttää hyväksi myös mahdollista uutta järjestelmää tilattaessa tai toimittajaa etsiessä (Lauesen, 2005.)

Järjestelmätoimittajia haastateltiin tutkittaessa järjestelmien ominaisuuksia. Järjestelmien testaamisella olisi saatu tietoa lähinnä käytettävyydestä ja manuaaleja lukiella järjestelmien tämän hetkistä toiminnoista. Haastattelujen huonona puolena voidaan pitää sitä, että ne eivät ole täysin neutraaleja; jokaisen ohjelmistokehittäjän sekä – myyjän mielestä oma tuote on paras, eikä sen virheitä haluta myöntää. Toimittajien haastattelut toteutettiin kuitenkin siten, että haastateltava sai vapaasti kertoa oman järjestelmänsä toiminnoista ja mahdollisuuksista haastattelujen teemoihin liittyen, jolloin haastateltava ei tiennyt, millä tavalla järjestelmän olisi pitänyt toimia. Näin ollen tuloksia voidaan pitää suhteellisen luotettavina. Jotta järjestelmien toimittajia olisi voitu arvioida ja vertailla paremmin, olisi toimittajien asiakkaita pitänyt haastatella; tällä tavalla olisi saatu tietoa toimittajan tavasta hoitaa sekä asiakassuhteita että kokonaisuudessaan projektin toteutusta. Toimittajien nykyisiä asiakkaita haastatteleminen olisi saatu tietoa myös toimittajan suhtautumisesta järjestelmän toimituksen jälkeisiin pyyntöihin (esimerkiksi virheiden korjaaminen ja muu ylläpito) sekä tapaan hoitaa järjestelmän käyttöönotto ja sopimukselliset asiat. Tämä ei kuitenkaan olisi tuonut tähän tutkimukseen lisäarvoa, sillä tutkimuksessa keskityttiin

vertailemaan eri toteutustapoja, ei valitsemaan järjestelmätoimittajaa. Toimittajien asiakkaiden haastattelu on hyvä tehdä siinä vaiheessa, kun järjestelmän toteutustapa on selvillä ja järjestelmän toimittajaa ollaan etsimässä.

Olemassa olevien järjestelmien analysointi toteutettiin sekä sidosryhmien että toimittajien haastattelujen pohjalta Kitchenhamin (1996) kehittämän DESMET-valinta- ja arviointimenetelmän avulla. Menetelmä on tarkoitettu käytettäväksi työkalujen valintatilanteissa kaupallisilla yrityksillä. DESMET-menetelmän valintaa tuki myös se, että sen avulla voidaan suorittaa mahdollisimman puolueeton ja tasapuolinen arviointi työkalujen kesken (Kitchenham et al. 1997 ja Kitchenham, 1996). DESMET-menetelmä soveltui hyvin järjestelmien arvioimiseen, koska sen avulla saatiin kattava kuva siitä, kuinka hyvin järjestelmien ominaisuudet vastaavat Liikenneviraston vaatimuksia. Vaatimusten priorisoiminen sekä näiden pisteyttäminen helpottivat järjestelmien vertailemista toisiinsa nähden, sillä tällä tavoin kaikki vaatimukset pystyttiin ottamaan tasavertaisesti huomioon.

Järjestelmien ominaisuuksien vastaavuus Liikenneviraston vaatimuksiin pystyttiin myös havainnollistamaan Radar-kaavion avulla pisteytyksen myötä. Vaatimuksien ryhmittelystä ja näiden ryhmien pisteyttämisestä oli myös hyötyä järjestelmien vertailussa, sillä näin saatiin selville, millä osa-alueilla järjestelmistä ja toteutustavoista löytyi puutteita, ja mitkä asiat taas oli hyvin toteutettu. Kustannuksiin tutkimuksessa ei voitu ottaa kovin vahvasti kantaa, sillä järjestelmien toteutuksesta aiheutuneita kustannuksia on melkein pä mahdotonta arvioida vielä tässä vaiheessa määriteltujen vaatimusten pohjalta. DESMET-vertailun lopputuloksia voitiin käyttää hyödyksi myös vertailtaessa toteutustapoja (räätälöity valmisohjelmisto vai uusi ohjelmisto) keskenään; ohjelmiston toteutuksessa käytetty tekniikka, sen joustavuus sekä ylläpidettävyyys olivat ratkaisevassa asemassa tutkimuksen tuloksia arvioitaessa (Koskimies & Mikkonen, 2005).

Liikennevirastolle toteutettava järjestelmä tulee toimimaan muuttuvassa toimintaympäristössä, sillä tutkimuksen tekohetkellä Liikenneviraston omat tietojärjestelmät olivat kehityksen alla ja sillä oli käynnissä organisaatiouudistus, joka toi omalta osaltaan muutoksia sekä haasteita järjestelmän kehitykseen (LiVi, 2010). Myös Liikenneviraston sidosryhmät kehittivät järjestelmiään sekä toimintamallejaan ja TraFi jalkautti uusia asetuksia sekä lakiuudistuksia turvallisuustiedon keruuseen liittyen. Nykyhetken muuttumattomia vaatimuksia vastaavan järjestelmän rakentaminen onnistuu suhteellisen helposti (Sommerville, 2004 ja Pressman, 2010), mutta jos Liikennevirasto ja rautatieosasto haluavat ottaa käyttöönsä pitkäaikaisen järjestelmän, joka on ylläpidettävä ja joka mukautuu uusiin vaatimuksiin, ei tehtävä ole enää yksinkertainen. Koskimies ja Mikkonen (2005) toteavat, että ympäristön tuomia muutoksia voidaan hallita parhaiten järjestelmän suunnitteluvaiheessa arkkitehtuurityyliin sekä suunnittelumallien huolellisella valinnalla järjestelmän laatuominaisuuksien kannalta. Myös valmiin järjestelmän käyttöikä saadaan pidennettyä vaatimusten hallinnalla ylläpidon puitteissa (Patel, 1999). Jos turvallisuuspoikkeamien keruuta varten ostetaan valmis järjestelmä, joka räätälöidään Liikennevirastolle sopivaksi, järjestelmän arkkitehtuuriratkaisuja ei ole suunniteltu Liikenneviraston asettamien laatuvaatimusten sekä ongelmien perusteella. Tällöin vaarana on, että järjestelmä jää nopeastikin käyttökelvottomaksi, sillä se ei välttämättä pysty mukautumaan uusiin ja muuttuviin vaatimuksiin. Jotta vaatimusten hallinta tuottaisi halutun lopputuloksen, täytyy järjestelmän olla hyvin dokumentoitu sekä arkkitehtuurisesti järkevästi rakennettu.

Muuttuvan ympäristön vuoksi järjestelmän toteutus Liikennevirastolle on haastavaa, ja myös tästä syystä uuden järjestelmän tekeminen on järkevin vaihtoehto.

Työn perimmäisenä tavoitteena oli työturvallisuuden parantamisen edistäminen Rautatieosaston hankkeilla. Tutkimuksen tekohetkellä kaikilla osapuolilla oli omat menetelmät ja tavat tiedonkeruuseen, vaikka päämäärä ja tahtotila olivatkin yhteisiä. Tutkimuksen tekohetkellä myös turvallisuustietojen keruutavat olivat työläitä. Tapahtumista ei myöskään saatu reaaliaikaista tai yhteenkerättyä tietoa, sillä Excel-lomakkeet kerättiin eri hankkeilta eri aikaan ja niiden käsittely oli hidasta. Jotta turvallisuuspoikkeamista saataisiin reaalinen kuva, täytyisi *kaikki* poikkeamaepäilyt raportoida, mikä ei tutkimuksen tekohetkellä toteutunut. Poikkeamien raportointiin ja sen onnistumiseen vaikuttaa hyvin suuresti infra-alan työmailla vallitseva työturvallisuuskulttuuri. Toimivilla järjestelmillä ja yhtenäisillä toimintamenetelmillä tämän muuttaminen on mahdollista.

Toimitustavan valintaan vaikuttaa olennaisesti turvallisuustiedon keruun strateginen merkitys Liikenneviraston kannalta (Gariner & Rushton, 1997). GNA-tutkimuksen (Selnes, 2007) mukaan turvallisuustietoja säännöllisesti keräämällä työturvallisuutta saadaan parannettua, joten jos turvallisuuskulttuurin parantaminen Suomen rautatiehankkeilla koetaan tärkeäksi tavoitteeksi, sen toteutukseen ja järjestelmän kehittämiseen tulee panostaa (Gariner & Rushton, 1997.)

## Lähteet

3T Ratkaisut (2010). *3T Ratkaisut, 3T Monitori*. <http://www.3tratkaisut.fi/> (luettu, 28.10.2010).

Alasuutari, P. (1993). *Laadullinen tutkimus*. Vastapaino. Jyväskylä.

Ambrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I. & Zaharia, M. (2010). *A View of Cloud Computing*. Communications of the ACM. 53(4): 50-58.

Bisbal, J., Lawless, D., Wu, B. & Grimson, J. (1999). *Legacy Information Systems: Issues and Directions*. Software, IEEE. 16(5): 103-111.

Bryce, M. & Bryce, T. (1987). *Make or Buy Software?* Journal of Systems Management 38(8): 6-11.

Buchowicz, B. (1991). *A Process Model of Make-vs.-Buy Decision-Making; The Case of Manufacturing Software*. IEE Transactions on Engineering Management 38(1): 24-32.

Cusumano, M. (2010). *Cloud Computing and SaaS as New Computing Platforms*. Communications of the ACM 53(4): 27-29.

Cockburn, A. (2001). *Writing Effective Use Cases*. Addison-Wesley. USA.

Davis, A. (1993). *Software Requirements. Objects, Functions and States*. Prentice-Hall. USA.

Desouza, K. (2007). *Agile Information Systems Conceptualization, Construction and Management*. Elsevier. UK.

ELY (2010). *Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus*. <http://www.ely-keskus.fi/> (luettu 20.10.2010).

Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino. Jyväskylä.

Finlex (2010). *Finlex. Sähköinen säädöskokoelma*. <http://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2010/> (luettu 12.10.2010).

Finlex, Säädöskokoelma (2010). *Suomen säädöskokoelma, N:o 858—867*. <http://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2010/20100118.pdf> (luettu 15.10.2010).

Gardiner, G. & Rushton, P. (1997). *A develop, subcontract or buy process for sourcing software*. Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership. PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology, s.158-161. Portland.

Glynn, E. & Strooper, P. (2006). *Evaluating software refactoring tool support*. Software Engineering Conference, s. 331-340. Australia.

HaiPro (2010). *HaiPro*. <http://www.haipro.fi/fin/default.aspx/> (luettu 2.11.2010).

Hakola, I. (2010). *SITUEL (Siltojen ja tunnelien turvallisuus ja elinkaaren hallinta) esittely*. VTT. Helsinki.

Hirsijärvi, S. & Hurme, H. (2000). *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Yliopistopaino. Helsinki.

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2000). *Tutki ja Kirjoita*. Tammi. Vantaa.

Kallberg, V-P. (2010a). Julkaisematon kooste Turvatieto-projektin työpajassa esitetyistä onnettomuustilastojen kehittämisisideoista. VTT. Helsinki.

Kallberg, V-P. (2010b). *Eri liikennemuotojen onnettomuuksien tilastointi. Esitutkimus*. Trafi. Helsinki.

Kitchenham, B., Linkman, S. & Law, D. (1997). *DESMET: A methodology for evaluating Software Engineering methods and tools*. Computing & Control Engineering Journal 8(3): 120-126. UK.

Kitchenham B. (1996). *Evaluating Software Engineering Methods and Tools. Part 1: The Evaluation Context and Evaluation Methods*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 21(1): 11-14. UK.

Koskimies, K. & Mikkonen, T. (2005). *Ohjelmistoarkkitehtuurit*. Talentum. Helsinki.

Järvinen, P. & Järvinen, A. (2004). *Tutkimustyön metodeista*. Tiedekirjakauppa Taju. Tampere.

Lauesen, S. (2002). *Software requirements: Styles and Techniques*. Addison-Wesley. UK.

Lee, J., Siau, K. & Hong, S. (2003). *Enterprise Integration with ERP and EAI*. Communications of the ACM, 46(2):54-60.

Ling, B., Tang, Y., Liu, K., Sun, L., Cheong, A. & Neale, K. (2008). *Requirements Engineering for Software in Emerging Markets*. Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008. IEEE/SOLI 2008. IEEE International Conference, s. 1148-1152. Beijing.

Linthicum, D. (2000). *Enterprise Application Integration*. Addison-Wesley. UK.

LiVi, (2010). *Liikennevirasto*. <http://portal.liikennevirasto.fi/> (luettu 17.9.2010).

Losavio, F., Ortega, D. & Pérez, M. (2002). *Modeling EAI*. Computer Science Society, 2002. SCCC 2002. Proceedings. 22nd International Conference of the Chilean, s.195-203. Venezuela.

Lähesmaa, J. & Rantonen, H. (2010). *Rautatieliikenteen hallinnan arkkitehtuuri*. Digia. Helsinki.



Molarius, R. (2010). *Paikallisen turvallisuussuunnittelun ARTU-ohjelman käsikirja*. VTT. Helsinki.

Mätäsniemi, T., Knuuttila, J., R., Ruuhilehto, K. & Wallenius, J. (2007). *Terveysthuollon vaaratapahtumien tiedonkeräys- ja raportointisovelluksen vaatimusmäärittely*. Tutkimusraportti, Nro VTT-R-05194-07. VTT. Helsinki.

Patel, N. (1999). *The Spiral of Change Model for Coping with Changing and Ongoing Requirements*. Requirements Engineering. 4(2):77-84. Springer-Verlag London Limited. UK.

Pfleeger, S. (1994). *Design and Analysis in Software Engineering: The language of Case studies and Formal Experiments*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 19(4): 16-20. UK.

Pressman, R. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 7<sup>th</sup> Edition. McGraw-Hill. USA.

Proxion, (2010). *Proxion Ohjelmistopalvelut*. <http://www.proxion.fi/fi/unit/3/> (luettu 5.11.2010).

Robertson S. & Robertson, J. (2006). *Mastering the Requirements Process*. Second Edition. Addison-Wesley. USA.

Runeson, P. & Höst, M. (2009). *Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering*. Empirical Software Engineering 14(2): 131-164. Sweden.

Sauni, S. (2010). *Turvallisuuskertomus vuodelta 2009*. Liikennevirasto julkaisu Dnro 106/031/2009. Helsinki.

Selnes, B. (2007). *GNA – Common Nordic construction market. Possibilities for a Better Functioning Nordic market in the Construction Branch (Infra Market – Road and Railway Sector)*. Norwegian Public Roads Administration. Norway.

Soininen, M. (1995). *Tieteellisen tutkimuksen perusteet*. Turun yliopisto. Turku.

Sommerville, I. (2004). *Software Engineering* 7. Addison-Wesley. UK.

Sommerville, I. & Sawyer, P. (1997). *Requirements Engineering. A good practice guide*. John Wiley & Sons. USA.

Stillman, R. & Wu, B. (1988). *MOBY: A semi-custom make or buy decision advisor*. Artificial Intelligence for Industrial Applications, 1988. IEEE AI '88., Proceedings of the International Workshop, s. 91-93. Hitachi City.

Stonebraker, M. (2002). *Too much Middleware*. SIGMOD Record, 31(1), 2002.

Sutcliffe, A. (2002). *User-Centered Requirements Engineering. Theory and Practise*. Springer. UK.

Sälejoki-Hiekkänen, L. & Vilppo, J-M. (2010). *Liikenneviraston toiminnanohjauksen kehittäminen*. Liikennevirasto. Helsinki.

Thayer, R., Dorfman, M. (1997). *Software Requirements Engineering*. IEEE Computer Society Press. USA.

TraFi (2010). *Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi*. <http://www.TraFi.fi/> (luettu 11.11.2010).

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi. Jyväskylä.

Työterveyslaitos, (2010). *Työterveyslaitos, työturvallisuus ja riskienhallinta*. <http://www.ttl.fi> (luettu 26.10.2010).

Tähtinen, S. (2005). *Järjestelmäintegraatio*. Talentum. Helsinki.

Wiegers, K. (2003). *Software Requirements*. Second Edition. Microsoft Press. USA.

Yin, R. (1994). *Case study research. Design and methods*. Second Edition. SAGE Publications. USA.

# Haastattelulomakkeet

TURVALLISUUSPOIKKEAMATIEDON KERUUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN  
HAASTATTELULOMAKE - Haastattelun rajaaminen ja kysymykset

Osallistuja: \_\_\_\_\_ asema \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Haastattelija: \_\_\_\_\_

Liikenneviraston rautatieosastolle ollaan kehittämässä sähköistä turvallisuustiedon keruujärjestelmää nopeuttamaan ja helpottamaan turvallisuustiedon käsittelyä. Kehitettävän järjestelmän vaatimusmäärittelyt laaditaan sidosryhmien haastattelujen pohjalta, ja olemassa olevien tiedonkeruujärjestelmien soveltuvuutta Liikenneviraston käyttöön arvioidaan näiden perusteella. Haastattelussa käsitellään turvallisuustiedon keruun ja raportoinnin vaatimuksia Liikenneviraston näkökulmasta.

- 1) Sähköisen turvallisuustiedon keruujärjestelmän ominaisuudet. Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita Liikennevirasto asettaa rakennushankkeiden turvallisuustiedon **keräämiselle**. Liikenneviraston asettamat vaatimukset tiedonkeruulle toimivat uuden järjestelmän ominaisuuksina yhdessä muiden sidosryhmien asettamien vaatimusten kanssa.
- 2) Turvallisuustiedon raportointi. Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita Liikennevirasto asettaa rakennushankkeiden turvallisuustiedon **raportoimiselle**. Liikenneviraston asettamat vaatimukset raportoinnille toimivat uuden järjestelmän ominaisuuksina yhdessä muiden sidosryhmien asettamien vaatimusten kanssa.
- 3) Turvallisuustiedon jatkokäsittely sekä kehittämismahdollisuudet. Käydään läpi turvallisuustiedon jatkokäsittelyn vaatimuksia ja toiveita, sekä tulevaisuuden **kehittämismahdollisuuksia**. Tulevaisuuden kehittämismahdollisuudet otetaan huomioon olemassa olevien järjestelmien arvioimisessa, ja ne lisätään kehitettävän järjestelmän vaatimusmäärittelyihin.

## Näkökulmia haastattelulle:

Mitkä ovat turvallisuustiedon keruun lähtökohdat Liikenneviraston näkökulmasta?

Mitä vaatimuksia järjestelmässä tulee olla?

Mitä asioita on otettava huomioon turvallisuustiedon jatkokäsittelyssä?

Miten turvallisuustiedon raportointia tulee kehittää?

Miten tiedonkeruujärjestelmää halutaan kehittää tulevaisuudessa?

**1. TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN OMINAISUUDET**

- Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä? Kuinka tarkka kuvaus poikkeamasta syötetään järjestelmään?
- Millaisia ominaisuuksia tiedonkeruujärjestelmässä tulee olla?
  - Tapahtuman syöttöön liittyvät ominaisuudet?
  - Tapahtuman käsittelyyn liittyvät ominaisuudet?
  - Mitkä ominaisuudet ovat pakollisia tietojen syöttöön ja käsittelyyn liittyen?
  - Mitä ominaisuuksia järjestelmässä olisi hyvä olla pakollisten toimintojen lisäksi?
  - Miten tapahtumia ryhmitellään? Käsitelläänkö tapahtumia niiden tilojen mukaan (avoin/suljettu)?
  - Millaisia tietoja tapahtumaan liitetään sen luomisen jälkeen?
  - Mitä toimenpiteitä tapahtumalle pitää pystyä tekemään kun sen tila on avoin?
  - Milloin tapahtuma voidaan merkitä käsitellyksi? Mitä toimenpiteitä tapahtumalle tehdään ennen kuin se on käsitelty?
  - Mitä toimenpiteitä tapahtumalle pitää pystyä tekemään sen jälkeen kun se on käsitelty?
- Kuvaus tietojen syöttö- ja käsittelytilanteesta
- Miten järjestelmän ei tule toimia?
  - Mitä tietoja järjestelmään ei haluta syöttää?
  -

**2. TURVALLISUUSTIEDON RAPORTOINTI**

- Mihin kerättyjä turvallisuuspoikkeamatietoja käytetään?
- Millaisia vaatimuksia rautatieosastolla on turvallisuustiedon raportointiin liittyen?
  - Mitä asioita raporteissa tulee olla
    - yksittäisen tapahtuman osalta?
    - useiden tapahtumien yhteenvedossa?
  - Millä perusteella tapahtumia ryhmitellään raportteihin?
  - Missä muodossa raportit halutaan tulostaa?
  - Milloin raportteja halutaan tulostaa (tila avoin/suljettu)?
  - Mitä tietoja tapahtumasta halutaan tulostaa/raportoida sen käsittelyn eri vaiheissa?
  - Kenelle raportoidaan?

**3. TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN TULEVAISUUDESSA**

- Miten turvallisuuspoikkeamatietoja halutaan jatkokäsitellä?
- Miten järjestelmää halutaan kehittää tulevaisuudessa?
  - Onko esim. mobiililaajennusmahdollisuus otettava huomioon?
  - Halutaanko järjestelmää laajentaa toimimaan muissa ympäristöissä?

**HAASTATTELUIEN JÄLKEEN:**

Haastattelija kirjaa haastattelutilaisuuksissa tunnistetut vaatimukset turvallisuustiedon keruujärjestelmälle. Tietoja käytetään hyödyksi järjestelmän vaatimusmäärittelyjä kirjatessa.

TURVALLISUUSPOIKKEAMATIEDON KERUUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN  
HAASTATTELULOMAKE - Haastattelun rajaaminen ja kysymykset

Osallistujat: \_\_\_\_\_ asema \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Haastattelija: \_\_\_\_\_

Liikenneviraston rautatieosastolle ollaan kehittämässä sähköistä turvallisuustiedon keruujärjestelmää nopeuttamaan ja helpottamaan turvallisuustiedon käsittelyä. Kehitettävän järjestelmän vaatimusmäärittelyt laaditaan sidosryhmien haastattelujen pohjalta. Olemassa olevien tiedonkeruujärjestelmien soveltuvuutta rautatieosaston sekä Liikenneviraston käyttöön arvioidaan näiden perusteella. Haastattelussa käsitellään turvallisuustiedon keruun ja raportoinnin vaatimuksia TraFin näkökulmasta ja miten ne on jalkautettu vaatimuksiksi Liikennevirastolle.

- 1) Turvallisuustiedon keruun vaatimukset rautatieosastolle. Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita TraFi asettaa rautatieosaston rakennushankkeiden turvallisuustiedon keräämiselle ja raportoinnille. TraFin asettamat vaatimukset turvallisuustiedon raportoinnille toimivat uuden järjestelmän pakollisina ominaisuuksina, joita laajennetaan muilta sidosryhmiltä saatujen vaatimuksien pohjalta. TraFin vaatimukset luovat osaltaan pohjaa kehitettävän järjestelmän ominaisuuksille.
- 2) Turvallisuustiedon keruun vaatimukset tieosastolle. Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita TraFi asettaa tieosaston rakennushankkeiden turvallisuustiedon keräämiselle ja raportoinnille. TraFin vaatimukset tieosaston turvallisuustiedon keruulle määrittävät sen, voidaanko eri osastojen tiedonkeruun välineenä käyttää samaa järjestelmää.
- 3) Turvallisuustiedon keruun vaatimukset meriosastolle. Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita TraFi asettaa meriosaston rakennushankkeiden turvallisuustiedon keräämiselle ja raportoinnille. TraFin vaatimukset meriosaston turvallisuustiedon keruulle määrittävät sen, voidaanko eri osastojen tiedonkeruun välineenä käyttää samaa järjestelmää.

**Näkökulmia haastattelulle:**

**Mitkä ovat turvallisuustiedon keruun lähtökohdat Liikenneviraston eri osastoille TraFin sekä EU:n näkökulmista?**

**Millaisia vaatimuksia eri tahot asettavat sähköiselle turvallisuustiedon keruujärjestelmälle?**

**Mitä vaatimuksia järjestelmässä tulee olla?**

**Voiko turvallisuustiedon keruuta toteuttaa saman järjestelmän avulla eri osastoilla?**

**Voiko turvallisuustiedon keruuta yhtenäistää muilla tavoin eri osastojen välillä?**

### 1. RAUTATIEOSASTO

- EU-tasolta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille rautatiehankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- TraFilta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille rautatiehankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- Miten järjestelmän ei tule toimia?
  - Mitä tietoja järjestelmästä ei haluta?
- Näkemykset turvallisuustiedon keruun tulevaisuuden tarpeista

### 2. TIEOSASTO

- EU-tasolta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille tiehankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- TraFilta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille tiehankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- Miten järjestelmän ei tule toimia?
  - Mitä tietoja järjestelmästä ei haluta?
- Näkemykset turvallisuustiedon keruun tulevaisuuden tarpeista

### 3. MERIOSASTO

- EU-tasolta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille merihankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- TraFilta tulevat vaatimukset turvallisuustiedon keruulle, käsittelylle sekä raportoinnille merihankkeissa
  - Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä?
  - Miten poikkeamat tulee käsitellä?
  - Miten poikkeamat tulee raportoida?
- Miten järjestelmän ei tule toimia?
  - Mitä tietoja järjestelmästä ei haluta?
- Näkemykset turvallisuustiedon keruun tulevaisuuden tarpeista

TURVALLISUUSPOIKKEAMATIEDON KERUUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN  
HAASTATTELULOMAKE - Haastattelun rajaaminen ja kysymykset

Haastateltava: \_\_\_\_\_ asema \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Haastattelija: \_\_\_\_\_

Liikenneviraston rautatieosastolle ollaan kehittämässä sähköistä turvallisuustiedon keruujärjestelmää nopeuttamaan ja helpottamaan turvallisuustiedon käsittelyä. Kehitettävän järjestelmän vaatimusmäärittelyt laaditaan sidosryhmien haastattelujen pohjalta. Haastattelussa käsitellään turvallisuustiedon keruun ja raportoinnin vaatimuksia urakoitsijan ja rakennuttajan näkökulmista.

- 1) Sähköisen turvallisuustiedon keruujärjestelmän ominaisuudet.  
Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita urakoitsija ja rakennuttaja asettavat rakennushankkeiden turvallisuustiedon **keräämiselle**. Nämä vaatimukset tiedonkeruulle toimivat uuden järjestelmän ominaisuuksina yhdessä muiden sidosryhmien asettamien vaatimuksien kanssa.
- 2) Turvallisuustiedon raportointi  
Käydään läpi niitä vaatimuksia, joita urakoitsija ja rakennuttaja asettavat rakennushankkeiden turvallisuustiedon **raportoimiselle**. Nämä vaatimukset raportoinnille toimivat uuden järjestelmän ominaisuuksina yhdessä muiden sidosryhmien asettamien vaatimuksien kanssa.
- 3) Turvallisuustiedon jatkokäsittely sekä kehittämismahdollisuudet  
Käydään läpi turvallisuustiedon jatkokäsittelyn vaatimuksia ja toiveita, sekä tulevaisuuden **kehittämismahdollisuuksia**. Tulevaisuuden kehittämismahdollisuudet otetaan huomioon olemassa olevien järjestelmien arvioimisessa, ja ne lisätään kehitettävän järjestelmän vaatimusmäärittelyihin.

**Näkökulmia haastattelulle:**

**Mitkä ovat turvallisuustiedon keruun lähtökohdat urakoitsijan ja rakennuttajan näkökulmista?**

**Mitä ominaisuuksia tiedonkeruujärjestelmässä tulee olla?**

**Mitä asioita on otettava huomioon turvallisuustiedon jatkokäsittelyssä?**

**Miten turvallisuustiedon raportointia tulee kehittää?**

**Miten tiedonkeruujärjestelmää halutaan kehittää tulevaisuudessa?**

## 1. TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN OMINAISUUDET

- Mitä tietoja poikkeamista tulee kerätä? Kuinka tarkka kuvaus poikkeamasta syötetään järjestelmään?
- Millaisia ominaisuuksia tiedonkeruujärjestelmässä tulee olla?
  - Tapahtuman syöttöön liittyvät ominaisuudet?
  - Tapahtuman käsittelyyn liittyvät ominaisuudet?
  - Mitkä ominaisuudet ovat pakollisia tietojen syöttöön ja käsittelyyn liittyen?
  - Mitä ominaisuuksia järjestelmässä olisi hyvä olla pakollisten toimintojen lisäksi?
  - Miten tapahtumia ryhmitellään? Käsitelläänkö tapahtumia niiden tilojen mukaan (avoin/suljettu)?
  - Millaisia tietoja tapahtumaan liitetään sen luomisen jälkeen?
  - Mitä toimenpiteitä tapahtumalle pitää pystyä tekemään kun sen tila on avoin?
  - Mitä toimenpiteitä tapahtumalle tehdään ennen kuin se on käsitelty? Milloin tapahtuma voidaan merkitä käsitellyksi?
  - Mitä toimenpiteitä tapahtumalle pitää pystyä tekemään sen jälkeen kun se on käsitelty?
- Kuvaus tietojen syöttö- ja käsittelytilanteesta
- Miten järjestelmän ei tule toimia?
  - Mitä tietoja järjestelmään ei haluta syöttää?

## 2. TURVALLISUUSTIEDON RAPORTOINTI

- Millaisia vaatimuksia urakoitsijalla ja rakennuttajalla on turvallisuustiedon raportointiin liittyen?
  - Mitä asioita raporteissa tulee olla
    - yksittäisen tapahtuman osalta?
    - useiden tapahtumien yhteenvedossa?
  - Millä perusteella tapahtumia ryhmitellään raportteihin?
  - Missä muodossa raportit halutaan tulostaa?
  - Milloin raportteja halutaan tulostaa (tila avoin/suljettu)?
  - Mitä tietoja tapahtumasta halutaan tulostaa/raportoida sen käsittelyn eri vaiheissa?
  - Kenelle turvallisuuspoikkeamatietoja raportoidaan?

## 3. TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN TULEVAISUUDESSA

- Miten turvallisuuspoikkeamatietoja halutaan jatkokäsitellä?
- Miten järjestelmää halutaan kehittää tulevaisuudessa?
  - Onko esim. mobiililaajennusmahdollisuus otettava huomioon?
  - Halutaanko järjestelmää laajentaa toimimaan muissa ympäristöissä?

### HAASTATTELUIJEN JÄLKEEN:

Haastattelija kirjaa haastattelutilaisuuksissa tunnistetut vaatimukset turvallisuustiedon keruujärjestelmälle. Tietoja käytetään hyödyksi järjestelmän vaatimusmäärittelyjä kirjatessa.



## Vaatimuskortit

<b>SR-001</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Tietokanta	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmällä tulee olla tietokanta, johon tallennetaan tiedot poikkeamista sekä käyttäjäoikeuksista, -tunnuksista sekä -ryhmistä.	

<b>SR-002</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Web-käyttöliittymä	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän käyttö tapahtuu web-käyttöliittymän avulla. Kaikilla järjestelmän käyttäjillä on henkilökohtaiset tai käyttäjäryhmäkohtaiset käyttäjätunnukset.	

<b>SR-003</b>	<b>Prioriteetti</b>
	2
<b>Vaatus</b>	
Mobiilikäyttöliittymä	
<b>Kuvaus</b>	
Tulevaisuudessa järjestelmään tulee pystyä syöttämään tietoja mobiililaitteen avulla.	

SR-004	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Järjestelmäintegraatio, xml-pohjainen rajapinta	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmä tulee tarjota esim. xml-viestipohjainen rajapinta, jonka avulla se voi vastaanottaa tietoja muista järjestelmistä, ja välittää tietoja muihin järjestelmiin.</p> <p>Mahdollisesti integroitavia järjestelmiä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liikenneviraston poikkeamienhallintajärjestelmä (poikkeamatiedot, lähettäminen)</li> <li>• Sampo (projektitiedot, vastaanotto)</li> <li>• Santra (viestinvälityspalvelin)</li> <li>• TraFin käytössä oleva Synergi (poikkeamatiedot, lähettäminen)</li> <li>• VR-Radan käytössä oleva järjestelmä (poikkeamatiedot, vastaanotto)</li> <li>• muiden rakennuttajien ja urakoitsijoiden järjestelmät (poikkeamatiedot, vastaanotto)</li> </ul>	

SR-005	Prioriteetti
	2
<b>Vaatus</b>	
Järjestelmäintegraatio, avoin tietokanta	
<b>Kuvaus</b>	
Tietokannan tulee olla avoin, jotta tulevaisuudessa järjestelmästä voidaan siirtää tietoa muihin järjestelmiin tietokannan kautta.	

SR-006	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Projektien tietojen siirtyminen järjestelmään	
<b>Kuvaus</b>	
Kun uusi projekti avataan Liikenneviraston Sampo-järjestelmään, tiedot siirtyvät automaattisesti turvallisuustiedon keruujärjestelmään (projektin nimi, projektipäällikkö, vastuuorganisaatio, turvallisuuskoordinaattori, yhteystiedot ym.). Projektille voidaan myös määritellä paikkatieto.	

<b>SR-007</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Käyttäjätunnistus	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmän käyttäjät tunnustetaan käyttäjätunnusten avulla. Järjestelmän käyttäjillä voi olla henkilökohtaisia tunnuksia sekä käyttäjäryhmäkohtaisia tunnuksia.</p> <p>Järjestelmässä on neljä erilaista käyttäjäryhmää:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poikkeamatietojen syöttäjät</li> <li>• projektin johto</li> <li>• turvallisuuskoordinaattorit ja muu turvallisuusorganisaatio</li> <li>• rakennuttajat ja urakoitsijat</li> </ul>	

<b>SR-008</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Jakelulistojen luominen	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmä luo automaattisesti jakelulistoja projektin tietojen perusteella (turvallisuuskoordinaattori). Järjestelmän avulla voidaan luoda myös manuaalisesti jakelulistoja.</p>	

<b>SR-009</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Sähköpostin lähettäminen	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmä lähettää poikkeamista ilmoituksia sekä koontiraportteja jakelulistojen henkilöille sähköpostilla.</p> <p>Käyttötapa: Järjestelmä luo projektin tietojen pohjalta kaksi jakelulistaa; toisessa turvallisuuskoordinaattori, jolle tieto poikkeamasta lähetetään heti, ja toisessa muu vastuuorganisaatio, jolle tieto poikkeamasta lähetetään sen jälkeen, kun turvallisuuskoordinaattori on merkinnyt tapahtuman käsittelyn aloitetuksi (ml. tieto siitä, kenelle tapahtuma on lähetetty käsiteltäväksi).</p>	

UR-001	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Käyttäjäryhmät sekä niiden luku- ja kommentointioikeudet	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmässä on neljä erilaista käyttäjäryhmää, joilla on erilaisia luku- ja kommentointioikeuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poikkeamatietojen syöttäjät <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ tehtävä: poikkeamatietojen syöttö</li> <li>◦ oikeudet: ei luku- eikä kommentointioikeutta</li> </ul> </li> <li>• projektin johto <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ tehtävä: ko. projektin poikkeamatietojen käsitleminen ja kommentointi, ko. projektin poikkeamatietoraporttien tulostaminen</li> <li>◦ oikeudet: luku- ja kommentointioikeus ko. projektin poikkeamiin, raporttien tulostusoikeus</li> </ul> </li> <li>• turvallisuuskoordinaattorit ja muu turvallisuusorganisaatio <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ tehtävä: poikkeamatietojen käsitleminen ja kommentointi, poikkeamatietoraporttien tulostaminen, lisäselvityspyynnöt, turvallisuustutkinta, tiedotus TraFiin</li> <li>◦ oikeudet: luku- ja kommentointioikeus, raporttien tulostusoikeus</li> </ul> </li> <li>• rakennuttajat ja urakoitsijat <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ tehtävä: omien projektien poikkeamatietojen käsitleminen ja kommentointi, omien projektien poikkeamiin liittyvä raporttien tulostaminen</li> <li>◦ oikeudet: luku- ja kommentointioikeus omien projektin poikkeamiin, raporttien tulostusoikeus</li> </ul> </li> </ul>	

UR-002	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Tapahtuman kohdistaminen oikealle projektille ja vastuuorganisaatiolle	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Työmaanjohtoon kuuluva henkilö aloittaa tapahtuman tietojen syöttämisen projektin, turvallisuuskoordinaattorin sekä/tai vastuuorganisaation valinnalla. Poikkeamat voidaan syöttää myös paikkatiedon perusteella. Työmaan johtoon kuuluvalla henkilöllä on tiedossaan turvallisuuskoordinaattori sekä vastuuorganisaatio. Kun poikkeaman syöttäjä on hankkeen ulkopuolinen henkilö (esim. radan käyttäjä), tapahtuman kohdistaminen tapahtuu paikkatiedon avulla. Ilmoitus uudesta poikkeamasta lähtee aina turvallisuuskoordinaattorille, joka tarkistaa poikkeaman kohdistamisen.</p>	

UR-003	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Tietojen syöttäminen	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Tietojen syöttäminen järjestelmään tulee tapahtua web-käyttöliittymän kautta. Tiedot poikkeamasta syöttää työnjohtoon kuuluva henkilö (esim. vastaava mestari tai työmaanjohtaja), tai hankkeen ulkopuolinen henkilö, esimerkiksi radan käyttäjä. Poikkeamasta syötetään järjestelmään mm. seuraavia tietoja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitä tapahtui</li> <li>• missä tapahtui</li> <li>• ketkä olivat osallisena</li> <li>• miten tapahtuma eteni</li> <li>• olosuhteet</li> <li>• oma arvio tapahtuneeseen johtavista syistä</li> <li>• työsuorite</li> <li>• sairauspoissaolot</li> <li>• suojavälineiden käyttö</li> <li>• tapahtumasta aiheutuneet henkilö-, ympäristö- sekä omaisuusvahingot (tai läheltäpiti-tilanteen osalta: mitä olisi voinut tapahtua)</li> <li>• liikennehaitat</li> <li>• junaturvallisuuden vaarantuminen</li> </ul>	

UR-004	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Tapahtuman ja sitä seuranneiden toimenpiteiden luokittelu	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmä luokittelee tapahtuman vakavuuden automaattisesti siihen syötettyjen tietojen perusteella (henkilö-, ympäristö- sekä omaisuusvahingot ym.). Turvallisuuskoordinaattori tarkistaa luokittelun. Luokittelua voidaan muuttaa tapahtuman käsittelyn edetessä; lopullinen luokka määräytyy vasta kun tapahtuma on käsitelty.</p> <p>Tapahtumasta seuranneet toimenpiteet luokitellaan kun tapahtuma on käsitelty. Luokittelusta tulee käydä ilmi minkä tyyppinen korjaustoimenpide poikkeamalle on tehty, sekä missä kohdassa prosessia poikkeama tapahtui.</p>	

UR-005	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Automaattinen tiedotus poikkeamasta	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmä lähettää automaattisesti tiedon uudesta poikkeamasta turvallisuuskoordinaattorille ja Liikenneviraston turvallisuuspäällikölle tietyistä tapahtumista (juna-turvallisuus, muut vakavat tapaturmat).</p> <p>Jos paikkatietoa käytetään, järjestelmä tarkistaa toimiiko esim. rataosalla, jossa poikkeama tapahtui, muita turvallisuuskoordinaattoreita. Näin ilmoitus poikkeamasta lähetetään kaikille turvallisuuskoordinaattoreille. Jakelulistoja voidaan myös luoda esim. tapahtuman vakavuuden perusteella; vakaville poikkeamille laaja jakelu. Jakelulistat muodostuvat automaattisesti, mutta niitä voidaan myös muokata.</p>	

UR-006	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Tapahtuman tilat	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Tapahtumalla on kolme eri tilaa; avattu, käsittelyssä, suljettu.</p> <p>Tilojen määrittäminen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapahtuma on <b>avattu</b> silloin, kun siitä on syötetty perustiedot.</li> <li>• Tapahtuma on <b>käsittelyssä</b> silloin, kun turvallisuuskoordinaattori on tarkistanut oikean kohdeorganisaation sekä luokittelun, ja merkitsee tapahtuman käsittelyn aloitukseksi hyväksymällä tapahtuman. Tapahtumasta lähtee tämän jälkeen ilmoitus jakelulistan mukaisille henkilöille. Käsittelyssä-tilaan voidaan määritellä esim. kommentointivelvollisuus tietyille henkilöille (voidaan myös määritellä, että tapahtumaa ei voida sulkea ennen kuin kaikki ovat reagoineet tapahtuman käsittelyyn).</li> <li>• Tapahtuma voidaan merkitä <b>suljetuksi</b> silloin, kun tiedetään mistä tapahtuma johtui, ja sille on määritelty korjaavat toimenpiteet Turvallisuuskoordinaattorilla on vastuu tapahtuman käsittelystä, ja vain hän voi sulkea tapahtuman. Tapahtuman sulkemisen jälkeen sen voidaan tilastoida, ja siitä lähetetään ilmoitus jakelulistan mukaisille henkilöille.</li> </ul>	

UR-007	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Versionhallinta ja kommentointi; tietojen käsittely	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Tapahtumien tietoja käsitellään kommentoinnin ja versionhallinnan avulla. Käyttäjät, joilla on kommentointioikeus, voivat kommentoida tapahtumia. Mitään tapahtumia ei voi poistaa.</p>	

UR-008	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Värien poikkeamaepäilyjen käsitteleminen	
<b>Kuvaus</b>	
Käyttötapa: poikkeamaepäily syötetään järjestelmään, mutta myöhemmin todetaan, että kyseessä ei ollut poikkeama. Tapahtuman tietoihin kommentoidaan, että kyseessä ei ollut poikkeama, kirjataan perustelut, ja tapahtuma suljetaan vääränä poikkeamana. Väärä poikkeama ei tule esiin haettaessa poikkeamia järjestelmästä.	

UR-009	Prioriteetti
	2
<b>Vaatus</b>	
Tapahtuman syiden ja seurausten hahmottaminen	
<b>Kuvaus</b>	
Syötetyt tiedot tapahtumasta siirtyvät automaattisesti kaavioon, jonka avulla tapahtuman syiden havainnollistaminen helpottuu. Kaaviossa on eroteltu henkilöihin, ympäristöön sekä muihin tekijöihin liittyvät osiot, johon tiedot siirtyvät tietojen syöttämisen yhteydessä.	

UR-010	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Dokumenttien ja valokuvien liittäminen tapahtumaan	
<b>Kuvaus</b>	
Tapahtumaan tulee pystyä liittämään valokuvia dokumentteja, jotka sisältävät tarkemman kuvauksen tapahtumasta.	
Mahdollisia dokumentteja:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• työmaapöytäkirjaotteet</li> <li>• esimiehen haastattelulomake (tieto vireystilasta, työvuoron pituudesta, jatkotoimenpiteistä ym.)</li> <li>• turvallisuustutkinta</li> <li>• viranomaisraportit</li> <li>• riskienhallintaraportit</li> <li>• kuva tapahtuma-alueesta, esim. raiteisto- tai linjakaavioon perustuva</li> </ul>	



<b>UR-011</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Manuaalinen raportointi	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmästä pystytään tulostamaan valmiiden raporttipohjien avulla raportteja. Raporttipohjia voidaan myös itse rakentaa/määritellä.</p> <p>Raportointimalleja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poikkeaman syiden ja korjaavien toimenpiteiden ristiintaulukointi, jotta korjaavien toimenpiteiden tehokkuuden arviointi sekä erilaisten poikkeamatyypin esiintymisen seuraaminen mahdollista</li> <li>• toimijakohtainen yhteenveto</li> <li>• projektien, joilla ei poikkeamia, yhteenveto</li> <li>• valtakunnallinen yhteenveto</li> <li>• toimialakohtainen yhteenveto</li> <li>• turvallisuuskoordinaattorikohtainen yhteenveto</li> <li>• muut yhteenvedot (työmaa, liikenteenohjaus)</li> </ul>	

<b>UR-012</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Automaattinen raportointi	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Tiettyjä koontiraportteja lähtee automaattisesti jakelulistojen henkilöille (turvallisuuskoordinaattoreille kaikilta projekteilta, projektin johdolle ko. projektilta jne.)</p> <p>Raportointimalleja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poikkeaman syiden ja korjaavien toimenpiteiden ristiintaulukointi, jotta korjaavien toimenpiteiden tehokkuuden arviointi sekä erilaisten poikkeamatyypin esiintymisen seuraaminen mahdollista</li> <li>• toimijakohtainen yhteenveto</li> <li>• projektien, joilla ei poikkeamia, yhteenveto</li> <li>• valtakunnallinen yhteenveto</li> <li>• toimialakohtainen yhteenveto</li> <li>• turvallisuuskoordinaattorikohtainen yhteenveto</li> <li>• muut yhteenvedot (työmaa, liikenteenohjaus)</li> </ul>	

<b>PR-001</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Käyttöönotto	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän toimittajan tulee tarjota käyttöönottokoulutus järjestelmälle.	

<b>PR-002</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Käyttötuki	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän toimittajan tulee tarjota käyttötukea järjestelmän käyttäjille.	

<b>PR-003</b>	<b>Prioriteetti</b>
	1
<b>Vaatus</b>	
Ylläpito	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän toimittajan tulee ylläpitää järjestelmää mm. mahdollisten muutosten, jatkokehityksen sekä virhetilanteiden osalta.	

QR-001	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Luotettavuus	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän tulee olla luotettava, ja sen tulee toipua virhetilanteista nopeasti. Järjestelmän toimittajan tulee reagoida nopeasti järjestelmässä ilmenneisiin virheisiin. Järjestelmän tulee olla käyttövarmuudeltaan hyvä, eikä siinä saa esiintyä suunnitelmattomia käyttökatkoja usein.	

QR-002	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Suorituskyky	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän tulee olla nopea käyttää, vaikka siinä käsiteltäisiinkin suuria tietomääriä. Yhtäaikaisten käyttäjien lukumäärä ei saa vaikuttaa suorituskykyyn alentavasti. Suorituskykyä tulee pystyä nostamaan tarpeen mukaan.	

QR-003	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Turvallisuus	
<b>Kuvaus</b>	
Järjestelmän tulee olla turvallinen käyttää. Tiedon salaus tulee olla järjestetty asianmukaisesti (esim. SSL-salaus, HTTPS). Tiedoista tulee ottaa varmuuskopiot vähintään kerran päivässä (mielellään useammin).	

QR-004	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Käytettävyys	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Käyttöliittymän suunnittelussa on otettu järjestelmän loppukäyttäjät huomioon. Käyttöliittymän kehittämistä jatketaan loppukäyttäjiltä saadun palautteen perusteella. Käyttöliittymä on helppo käyttää, ja lomakkeet ovat yksinkertaisia. Järjestelmä ohjaa käyttäjää järjestelmän käytön edetessä, ja se on toteutettu yleistä logiikkaa käyttäen.</p>	

QR-005	Prioriteetti
	1
<b>Vaatus</b>	
Muunneltavuus	
<b>Kuvaus</b>	
<p>Järjestelmän tulee olla muunneltava. Käytetyn tekniikan, alustan, ohjelmointikielen sekä tietokantaratkaisun tulee tukea järjestelmän jatkokehittämistä sekä ylläpitoa. Järjestelmää tulee pystyä muokkaamaan toimintaympäristön muuttuessa (ympäriällä olevien järjestelmien kehityksen, organisaatiomuutosten sekä lakimuutosten myötä).</p>	



Liik  
enne  
vira  
sto

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-618-9

[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)